Philosophie

# Vom Tiefensehen.

(Im Anschluß an die Theorien von
H. von Helmholtz und E. Hering)

---

## Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
an der Hohen Philosophischen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelm-Universität
zu Breslau

vorgelegt von

Susanne Stadie

Promotion: 29. September 1928

---

Breslau 1928
Buchdruckerei Emil Wurst, Breslau 1, Schmiedebrücke 33

Gedruckt mit Genehmigung der Hohen Philosophischen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelm-Universität zu Breslau

---

Referent: Dr. Moritz Löwi
Correferent: Prof. Dr. Richard Hönigswald

Examen rigorosum 13. Juni 1928

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinem Vater in Dankbarkeit
und Verehrung gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548228_0159

Die Theorie des räumlichen Sehens hat in der Hauptsache nach zwei Richtungen hin ihre entscheidende Ausgestaltung erfahren. Sie knüpft sich an die Namen von Helmholtz und Hering. In Herings Arbeit hat die nativistische Theorie ihre konsequenteste Form gefunden. Sie erklärt die Raumanschauung bei binokularer Anschauungsweise als eine angeborene Fähigkeit. Durch eine bestimmte Art von Reizung *beider* Netzhäute (Querdisparation) entstehen unsere Raumvorstellungen mittels eines angeborenen nicht weiter zu definierenden Mechanismus. Jede Art von binokularer Tiefenanschauung ist also durch ein besonderes Vermögen der Nervenapparate ermöglicht.

Da nun aber auch bei monokularer Betrachtungsweise tatsächlich ein Tiefeneindruck vorliegt, die querdisparate Abbildung als Grund hierfür aber nicht in Frage kommt, sieht sich Hering genötigt, neben der Querdisparation noch anderen Motiven eine gewisse Bedeutung für den Tiefeneindruck beizumessen. Die folgenden „reinen Erfahrungsmotive" haben seiner Meinung nach noch Einfluß auf das Tiefenerlebnis:

1. Die Überschneidung von Konturen und die teilweise Deckung von Gegenständen.
2. Die Schlagschatten.
3. Die Verteilung von Licht und Schatten an einem Körper.
4. Die Luftperspektive.
5. Die perspektivische Verkleinerung.
6. Beobachtungen bei bewegtem Kopf und Körper.

Hering hat diese Motive von Helmholtz übernommen; er tut sie in seinem Theorem sehr kurz ab mit der Begründung, daß sie von ganz untergeordneter Bedeutung für den Tiefeneindruck sind. Denn wir sehen ja gewöhnlich mit 2 Augen. Bei binokularer Betrachtungsweise aber ist nach Herings Ansicht der Tiefeneindruck hinlänglich durch den Reizvorgang der Querdisparation geklärt.[1])

Helmholtz ist dieser Ansicht entgegengetreten und hat mit Recht hervorgehoben, daß es nicht angängig sei, den binokularen Tiefeneindruck lediglich auf die Funktion der Gesichtsnerven zurückzuführen, eine volle Erklärung des Tiefeneindrucks ergibt sich erst unter Berücksichtigung gewisser mit der Leistung des Sinnesnerven

[1]) E. Hering: Der Raumsinn und die Bewegungen des Auges. 13. Kap. Abschnitt 3.
Hermann: Handbuch der Physiol. III, 1.

gegebener psychischer Motive. Helmholtz selbst hat das Problem des Tiefensehens etwa in folgender Fragestellung formuliert:

„Wie kommt Tiefenanschauung zustande, das heißt, wie ist es möglich, das 2 Netzhautbilder, 2 Bilder von 2 Dimensionen, ein körperliches Anschauungsbild, ein Bild von 3 Dimensionen, ergeben?“ [2])

Die empiristische Theorie, deren Hauptvertreter Helmholtz ist, beantwortet diese Frage dahin, daß im Auge zwar vermöge seines anatomischen Baues immer nur ein flächenhaftes Bild möglich ist, daß aber gewisse Momente (sogenannte Tiefenzeichen) das Bild im Sinne der Tiefe deuten lassen.

Danach beruht also alle Raumanschauung auf Erfahrung. Jene Tiefenzeichen sind Zeichen, welche zu deuten wir durch Übung erst lernen müssen. [3]) Damit ist das Tiefensehen von Helmholtz als „ein Akt des Bewußtseins“ erklärt. Die Reihe der von ihm angeführten Tiefenzeichen ist folgende: [4])

1. Die Überschneidung von Konturen und teilweise Deckung von Gegenständen.
2. Die Schlagschatten.
3. Die Verteilung von Licht und Schatten an einem Körper.
4. Die Luftperspektive.
5. Die perspektivische Verkleinerung.
6. Beobachtungen bei bewegtem Kopf und Körper.
7. Die Querdisparation.
8. Konvergenz und Akkomodation.

Schon eine ganz äußerliche Betrachtung dieser Motive lehrt, daß die Reihe der Tiefenzeichen in zwei Gruppen zerfällt. Zur ersten Gruppe gehören die Motive 1—6. Diese sind „reine Erfahrungsmotive“, wie Hering sie nennt. Querdisparation, Konvergenz und Akkomodation dagegen sind Reizvorgänge, auf welche der Sehapparat zwangsläufig anspricht. Helmholtz allerdings meint mit dem Tiefenzeichen der Querdisparation nicht den Reizvorgang, sondern vielmehr die Empfindung, die durch diesen Reizvorgang ausgelöst wird, [5]) genau dasselbe gilt für Konvergenz und Akkomodation. Also nicht der Reizvorgang ist das Tiefenzeichen, sondern die Empfindung, die diesem Reizvorgang entspricht. Auch dann aber besteht eine Kluft zwischen den ersten 6 Tiefenzeichen und den beiden letzten. Denn in der 1. Gruppe ist *Wahrgenommenes* ein Zeichen für die Tiefe, im Falle der Querdisparation, Konvergenz und Akkomodation dagegen werden *Empfindungen* als Zeichen gewertet.

---

[2]) Helmholtz: Vorträge und Reden Band 1. S. 342.
[3]) Helmholtz: Vorträge und Reden, Band 1. S. 354. 5. Auflage.
[4]) Helmholtz: „Optisches über Malerei“. Vorträge und Reden, Band 2, S. 99 u. f.
[5]) Helmholtz: Phys. Optik. S. 681.

Bei Hering liegt der Sachverhalt ganz anders. Dort sollen Querdisparation, Konvergenz und Akkomodation wirklich als *Reizvorgänge* den Tiefeneindruck erklären.

Die vorliegende Untersuchung will nun das Problem der Raumanschauung behandeln im engen Zusammenhange mit den oben dargelegten Theorien Helmholtzens und Herings. Sie tut das, indem sie die von Helmholtz und Hering angeführten Tiefenmotive einzeln abhandelt und einer kritischen Würdigung unterzieht und zwar in der Reihenfolge, die bei der Aufzählung der Momente gewählt worden ist. Die Motive sind da nämlich nach dem Grade ihrer Verwandtschaft angeordnet.

Aus dem, was weiter oben über die Theorie Herings und seine Bewertung der „reinen Erfahrungsmotive" für den Tiefeneindruck gesagt worden ist, ergibt sich von selbst, daß bei der Behandlung der ersten 6 Motive Hering kaum herangezogen werden kann, da er sich eben über diese Tiefenmomente nur sehr kurz und in Anlehnung an Helmholtz geäußert hat. Es nimmt daher naturgemäß in dieser Arbeit die Auseinandersetzung mit der Helmholtz'schen Theorie einen breiteren Raum ein als dies mit der Heringschen Theorie der Fall ist. Anläßlich der Behandlung der ersten 6 Tiefenmomente steht also vor allem die Helmholtzesche Tiefenzeichentheorie zur Diskussion.

Bevor jedoch die Bedeutung der angeführten empirischen Tiefenzeichen im einzelnen erwogen wird, erscheint folgende Überlegung geboten: Was muß unter dem Begriff des Tiefenzeichens verstanden werden, d. h. unter welchen Voraussetzungen steht dieser Begriff? Das Gesehene soll Zeichen für die Tiefe, d. h. für die wirkliche Körperlichkeit der Dinge sein. Das Gesehene wird aber nur dann dem Beschauer zum Zeichen für das, was wirklich vorliegt, wenn er sich veranlaßt sieht, eine Trennung zwischen Bild (Gesehenem) und Wirklichkeit vorzunehmen, wenn ihm also das Gesehene *nicht zugleich* das Wirkliche ist. Der Begriff des Tiefenzeichens hat also eine unerläßliche Vorbedingung: das mit dem Sehen verbundene *mittelbare* Erfassen der Wirklichkeit. Unter dieser Voraussetzung ergibt sich für die einzelnen Tiefenzeichen Helmholtzens folgendes:

*Die Überschneidung von Konturen und teilweise Deckung von Gegenständen.*

Helmholtz meint: Aus der Überschneidung von Konturen und der teilweisen Deckung von Gegenständen wird geschlossen, daß der deckende Gegenstand vor dem gedeckten steht.[6])

Diese Vorstellung von der Lokalisation der Gegenstände im Raum ergibt sich, indem das, was jetzt erlebt wird (nämlich die Überschneidung von Konturen) auf frühere Erfahrung (Entfernungsbewußtsein) bezogen wird. Es assoziiert sich also das Tiefen-

[6]) Helmholtz: Phys. Optik. § 30, S. 768.

zeichen (Überschneidung von Konturen) mit Entfernungsbewußtsein zu einer Raumvorstellung.[7])

Nach Helmholtz ist also der Tiefeneindruck im Falle des Erlebens der Überschneidung von Konturen theoretisch keinesfalls ausschließlich als Wahrnehmung zu bezeichnen, wie der Hinweis auf die assoziative Verknüpfung ergibt.

Hering tut das Tiefenmotiv „Überschneidung von Konturen" in einem Satz ab: Die partielle Deckung der fernen Dinge durch die näheren ist seiner Meinung nach für das Erlebnis der Tiefe von Bedeutung, weil sie „zahlreiche Anhaltspunkte für die Unterscheidung des Näheren vom Ferneren" liefert.[8]) Also auch für Hering handelt es sich hier um Eindrücke, für die die Bezeichnung „Wahrnehmung" nicht voll ausreicht.

Unsere Aufgabe ist es nun zu untersuchen, ob im Hinblick auf dieses Tiefenerlebnis wirklich begründeter Weise von einem Erleben der Tiefe mittels Zeichen die Rede sein kann. Diese Frage kann leicht auf experimentellem Wege beantwortet werden. Es wurde daher zur Untersuchung dieses Tiefenmoments „Überschneidung von Konturen" folgende Versuchsanordnung gewählt:

Es wurden Bindfäden in verschiedener, jeweils zahlenmäßig bestimmbarer Entfernung von einem Hintergrunde in neutralem Tone so befestigt, wie die nebenstehenden Figuren jeweils andeuten. Die Beleuchtung im Raum war so gewählt, daß die Schatten der Fäden sich nirgends markierten. Die Versuchsperson sah die Aufhänge- und Fußpunkte nicht; dadurch wurde ihr die Kenntnis der relativen Lage der Fäden im Raum erschwert. Die Betrachtungsweise war monokular, die Vp. blickte durch eine zylinderförmige Rolle von etwa 40 cm Länge. Die Vp. machte neben einer großen Anzahl anderer folgende typische Aussagen:

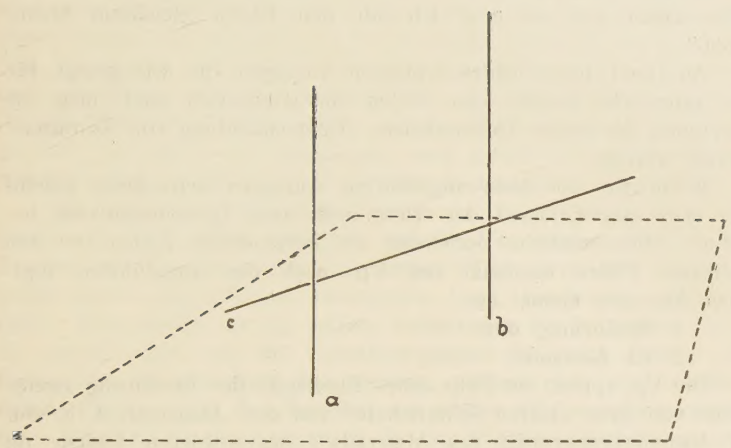
1. „Es schneiden sich alle 3 Fäden. Der mittelste Faden kreuzt die beiden anderen und verläuft von oben rechts nach links unten. Es ist deutlich zu sehen, daß der mittlere Faden *hinter* dem vorderen und *vor* dem dritten am weitesten zurückliegenden verläuft. Er befindet sich an der Kreuzungsstelle wirklich körperlich *vor* dem hintersten Faden. Ich sehe das Material des vorderen Fadens nicht unterbrochen, folglich muß der andere Faden dahinter sein. Ich erfasse die vordere Kreuzungsstelle so, daß ich die Kontinuierlichkeit des schrägen Fadens durch die Kreuzung nicht unterbrochen sehe, so daß ich mit meinem Blick hinter dem ersten Faden herum kann."

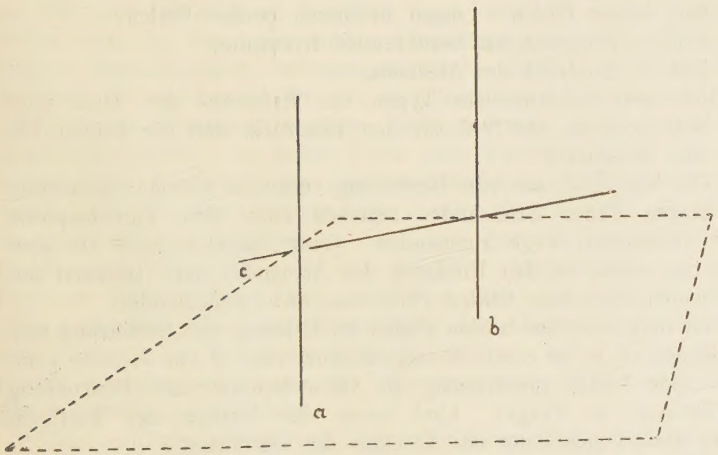
2. „Ich sehe 2 senkrechte Fäden und einen schräg verlaufenden Faden. Die senkrechten Fäden befinden sich *vor* dem schräg verlaufenden Faden. Er *berührt* den rechten senkrechten Faden, während er ziemlich weit hinter dem linken Faden verläuft. Das

---

[7]) Helmholtz: Phys. Optik, § 30, S. 777.

[8]) Hering: Der Raumsinn und die Bew. d. Auges. Kap. 13, Abschnitt 3.
Hermann: Handbuch der Physiologie, III, 1.


c
b
a


c
b
a

erstere ergibt sich aus der *Klarheit* der *rechten Schnittstelle*, während die *linke Schnittstelle* fluktuiert. Fluktuieren heißt: Es ist nicht eine richtige Schnittstelle da, sondern vorn befindet sich ein Faden und dahinter auch ein Faden. Ich sehe den *Abstand* vom ersten zum zweiten Faden. Wenn ich die linke Kreuzung als Schnittstelle haben will, so muß ich mir den Faden gleichsam heranholen."

An Hand dieser beiden typischen Aussagen, die, wie gesagt, für eine erhebliche Anzahl von Fällen charakteristisch sind, mag die Bedeutung des ersten Tiefenzeichens „Überschneidung von Konturen" geprüft werden.

Wenn wir die oben angeführten Aussagen betrachten, scheint fürs erste das Erfassen der Tiefe nach zwei Gesichtspunkten bestimmt: Die räumliche Beziehung des horizontalen Fadens zu den vertikalen Fäden erscheint der Vp. nach den angeführten typischen Aussagen einmal als

1. Berührung, und
2. als Abstand.

Die Vp. spricht im Falle eines Eindrucks der Berührung zweier Fäden von einer „klaren Schnittstelle" von der „Ganzheit, d. h. von der Ununterbrochenheit des Materials", des vorderen Fadens im Gegensatz zu dem „Unterbrochensein" des ihn von hinten berührenden Fadens.

Im Falle des Eindrucks des Abstandes zweier Fäden spricht sie von „fluktuierender Schnittstelle" und erklärt diesen Ausdruck weiter: „Es ist nicht eine Schnittstelle, sondern vorn befindet sich ein Faden und dahinter auch ein Faden." Sie spricht also von der Ganzheit *beider* Fäden. Liegen in diesen beiden Fällen:

Fall 1: Eindruck der berührenden Kreuzung,

Fall 2: Eindruck des Abstandes

wirklich zwei fundamentale Typen des Erfassens der Tiefe vor?

Was heißt es, die Vp. hat den Eindruck, daß die beiden Fäden sich berühren?

Die Vp. muß, um von Berührung reden zu können, notwendig die beiden Fäden aufeinander beziehen unter dem Gesichtspunkt ihrer räumlichen Lage zueinander. Ganz dasselbe muß sie aber auch tun, wenn sie den Eindruck des Abstandes hat. Insoweit unterscheiden sich diese beiden Fälle also nicht voneinander.

Ist nun einer der beiden Fäden im Erlebnis der Berührung ausgezeichnet, d. h. ist *c* vor *b* ausgezeichnet oder *b* vor *c*, oder kommen beide Fäden gleichwertig als Gesichtspunkte der Beurteilung (Berührung) in Frage? Und wenn das letztere der Fall ist, woran knüpft sich dann das Erlebnis der Berührung?

Offenbar an ein Erlebnis der Ganzheit des einen Fadens mit Bezug auf das Unterbrochensein des anderen. Aber es ist für das Erlebnis der Berührung vollkommen gleichgültig, ob die Vp. von der Unterbrochenheit des einen Fadens mit Bezug auf die Ganzheit des anderen spricht oder umgekehrt, d. h. keiner der beiden Fäden

ist für die Vp. bei der Beurteilung (Berührung) ausgezeichnet.

Daraus ergibt sich, was das Erlebnis der Berührung theoretisch bedeutet:

Das Erlebnis der Berührung ist ein Relationserlebnis. Die Beziehung zwischen dem ganzen und dem unterbrochenen Faden wird von der Vp. hergestellt. Die Vp. erlebt die Ganzheit des einen Fadens nur mit Bezug auf die Unterbrochenheit des anderen und umgekehrt. Ganzheit und Unterbrochenheit ist für die Vp. nur mit Bezug aufeinander, nicht eines ohne das andere möglich. In der Wechselbeziehung dieser beiden Motive bestimmt sich für sie der Tatbestand der Berührung, und gerade auf Grund dieser Wechselbeziehung ist keiner der beiden Fäden für sie ausgezeichnet.

Wie steht es nun mit dem Erlebnis der Entfernung (also *c* weit hinter *a*)? Wir hatten gefunden, daß die Vp., auch sofern sie das Erlebnis der Entfernung hat, die beiden Fäden unter dem Gesichtspunkt ihrer gegenseitigen räumlichen Lage aufeinander beziehen muß. Nur bezieht sie sie anders aufeinander als im ersten Falle. Sie spricht nicht von der Unterbrochenheit des einen Fadens mit Bezug auf die Ganzheit des anderen, sondern von der Ganzheit *beider* Fäden. Also das Beziehen der *beiden Fäden* aufeinander in ihrer *Ganzheit* ist charakteristisch für den Eindruck der *Entfernung*. Der Akt des Beziehens von Ganzheit auf Teile (der Fäden) dagegen ist charakteristisch für den Eindruck der Überschneidung im Sinne der Berührung.

Indessen liegt der Einwand nahe, diese Betrachtungen seien an eine *zufällige* Ausdrucksweise der Vp. geknüpft. Warum das Schwergewicht der Betrachtungen auf die Beziehung von Ganzem zu Teil und Ganzheit zu Ganzheit legen, wenn in vielen anderen Fällen sich die Vp. oder andere Versuchspersonen vielleicht ganz anderer Bezeichnungen bedienen würden? Gewiß, die Fälle sind denkbar, für welche die Vp. bei derselben Versuchsanordnung hinsichtlich der Charakteristik ihres Tiefeneindrucks ganz andere Bezeichnungen wählt. In jedem Falle aber würden mit den jeweils vorliegenden Bezeichnungen *sachliche* Beziehungen getroffen sein, welche sich mit denen decken, die in den Verhältnissen „Ganzheit zu Ganzheit" und „Ganzheit zu Teil" zum Ausdruck kommen. Das findet seine Begründung in der sachlichen Verbindung von subjektivem Tiefeneindruck und objektiver Raumcharakteristik. Mit andern Worten: Die Gegenüberstellung von Ganzheit zu Ganzheit und Ganzheit zu Teil beherrscht die Sachlage selbst dann, wenn in den bezüglichen Aussagen der Versuchspersonen ihrer mit keinem Worte Erwähnung geschieht.

Die sachliche Verbindung von subjektivem Tiefeneindruck und objektiver Raumcharakteristik bedarf noch einer Klärung. Worin besteht diese Verbindung? Sie ist eine notwendige Beziehung zwischen objektivem Raum und Sehen. „Sehen" ist als physiologischer Vorgang nur im Hinblick auf den Begriff des Reizes zu charakterisieren. Der Reiz, Lichtstrahl genannt, ist immer ein Licht

von bestimmter Wellenlänge; er ist also nach räumlichen Gesichtspunkten bestimmt. Durch den Begriff des Reizes stehen also Sehen und Raum in einem ursprünglichen Zusammenhang, daher wird der Raum nicht erst durch das Sehen *erzeugt* sondern er gelangt in jedem einzelnen Akte des Sehens in besonderer Weise zum Ausdruck. Wie steht es nun mit dem Tiefensehen und den Tiefenzeichen, die uns den Tiefeneindruck vermitteln sollen? Die Tiefenzeichen: Überschneidung von Konturen, Licht und Schatten usw. sind nur mit Bezug auf den Gesichtssinn charakterisierbar, stehen also auch in einer festen Beziehung zum Raum, der Raum ist für sie ebenso Voraussetzung wie für das Sehen überhaupt, d. h. ohne Raum kein Sehen und daher ohne Raum keine Tiefenzeichen; doch ist diese Beziehung zwischen Raum und Sehen kein Kausalverhältnis, wie ja aus der obigen Ableitung hervorgeht. Denn es handelt sich in der Beziehung zwischen Raum und Sehen um eine methodische Beziehung, d. h. um eine Beziehung zwischen Physik und Physiologie, nicht aber um eine empirische Beziehung der ursächlichen Veranlassung, eingeleitet durch den Reiz.

Aus diesem allen folgt, daß der Raum aus den Tiefenzeichen nicht allererst verstanden wird, sondern die theoretische Grundlage für alle möglichen Abarten von Tiefenzeichen ist. Diese Tiefenzeichen können uns daher das Erlebnis der Tiefe nicht erst vermitteln, sondern sind selbst verschiedene Typen des Erlebens von Tiefe, ein bestimmtes Erfassen der Räumlichkeit. Diese bestimmte Art räumlicher Erfassung heißt Tiefeneindruck. Folglich knüpfen sich die oben durchgeführten Betrachtungen über Ganzheit zu Teil und Ganzheit zu Ganzheit, also über den Unterschied zwischen Berührungseindruck und Entfernungserlebnis, nicht an zufällige Bezeichnungsweisen, sie stützten sich vielmehr auf wesentliche Bestimmungselemente des Tiefenerlebnisses, weil Ganzheit und Teil Charakteristika des Raumes sind.

Diese beiden Fälle, Berührungseindruck und Entfernungserlebnis, sind also in der Tat verschieden, so gewiß räumliche Teilbarkeit und räumliche Ganzheit verschiedene Charaktere des Raumes sind. Berührungseindruck und Abstandserlebnis gehören aber unter *ein* Tiefenzeichen, weil der Unterschied der Beziehungen von Ganzheit zu Ganzheit und Ganzheit zu Teil nur in einer Abwandlung der Beziehung Erleben und quantitative Raumcharakteristik besteht.

Wir gehen jetzt zu dem nächsten Tiefenmotiv über: Den Schlagschatten.

Über dieses Tiefenzeichen hat sich Helmholtz nur sehr kurz geäußert.[9]) Er stellt es wie folgt dar: „Schlagschatten sind unzweideutige Anzeichen dafür, daß der schattenwerfende Gegenstand der Lichtquelle näher ist als der schattenempfangende." Helmholtz behauptet also, daß Schlagschatten eine Unterscheidung des

[9]) Helmholtz: Opt. über Malerei, Vorträge und Reden, Band 2, S. 102.

Nahen und Fernen (nah und fern im Hinblick auf die Lichtquelle) ermöglichen und so ein Zeichen für die Tiefe sind.

Hering begnügt sich wieder damit, in einem Satz auf dieses Tiefenmoment hinzuweisen. Schlagschatten, sagt er, geben Aufschluß über das Lagenverhältnis des beschatteten zum schattenwerfenden Gegenstand.[10])

Es ist schon in Früherem dargelegt worden, daß von Tiefenzeichen, die die Tiefe vermitteln, wie Helmholtz es meint, begründeter Weise nicht die Rede sein kann. (Siehe S. 12.) Also kommen die von Helmholtz angeführten Motive (Überschneidung von Konturen usw.) als Tiefenzeichen für uns nur soweit in Betracht, als sie selbst ursprüngliche Tiefenerlebnisse von verschiedenem Typus sind. Hieraus ergibt sich die Aufgabe, bei jedem neu zu behandelnden Helmholtz'schen Tiefenzeichen erst zu prüfen, inwieweit es die Forderung, selbst eine besondere Art der Tiefengestaltung zu sein, erfüllt. Der Versuch muß also Aufschluß darüber geben, ob die Vp. wirklich, indem sie Schlagschatten erlebt, Tiefe gestaltet. Wenn dieses Experiment zu einem positiven Resultat führt, dann wäre zu zeigen, *wie* die Vp. in diesem Falle Tiefe gestaltet hat. Der *besondere* Typus dieses Tiefenerlebnisses wäre dann also Gegenstand der Untersuchung.

Durch die Helmholtzesche Erläuterung des Tiefenzeichens „Schlagschatten" ist der Weg für die Versuchsanordnung in gewisser Weise vorgeschrieben, insoweit es sich nämlich um die Anzahl und Anordnung der aufzustellenden Gegenstände und um den Standort der Vp. handelt. Helmholtz spricht von einem der Lichtquelle nahen und einem fernen Gegenstand, die Vp. wird man daher passend in ungefährer Richtung der Lichtquelle aufstellen, da dann auch für sie der eine Gegenstand der nahe, der andere der ferne ist, also wirklich eine Unterscheidung des Nahen und Fernen vorliegen kann.

An Hand folgender Versuchsreihe wurde dieses Tiefenmotiv in Angriff genommen:

*1. Versuch:* 2 rechteckige, gleichfarbig weiße Kartons sind so aufgestellt, daß der eine den anderen *vollkommen* beschattet, so daß also keine Schattenkonturen auf dem schattenempfangenden Karton zu sehen sind, sondern dieser nur gleichmäßig dunkler ist als der andere Karton. Man hindert die Vp., die oberen und unteren Begrenzungslinien zu sehen, d. h. man zeigt ihr diese beiden Kartons nur in einem Ausschnitt. Die Betrachtung ist monokular.

*1. Aussage:* Ich sehe *eine* Pappe, die halb schwarz halb weiß ist.

*2. Versuch:* Die Kartons sind jetzt so gerückt, daß der Schatten des ersten Kartons in deutlicher Kontur auf den zweiten fällt. Das Ganze wird der Vp. wieder nur im Ausschnitt gezeigt.

---

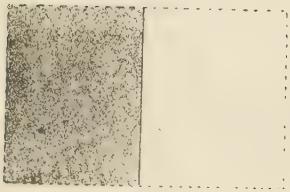
[10]) Hering: Der Raumsinn u. die Bew. d. Auges, Kap. 13, III. Hermann: Handbuch d. Phys. III, 1.

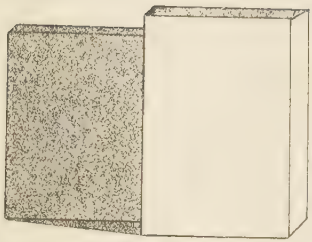
*2. Aussage:* Jetzt sehe ich *2* Pappen, die hintereinander stehen; die zweite Pappe ist nicht schwarz, sondern nur von der vorderen beschattet.

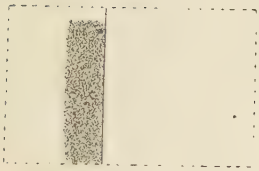
*3. Versuch:* 89 cm von der vorderen Tischkante entfernt steht ein dreikantiges Prisma. Das zweite steht 15 cm vom ersten Gegenstand nach rückwärts entfernt. Der erste Gegenstand liegt von der rechten Kante der Tischplatte (rechts vom Beschauer aus) 44 cm entfernt, der zweite Gegenstand 56 cm entfernt. Jede Seite der beiden Prismen ist 12 cm lang.

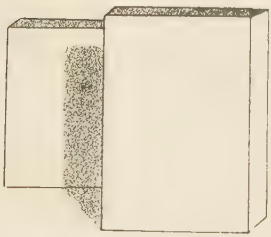
*3. Aussage:* Ich sehe ganz deutlich zwei Gegenstände, wovon der erste auf den zweiten einen Schatten wirft. Da, wo der Schatten nicht mehr ist, gehen die beiden weißen Gegenstände ineinander über.

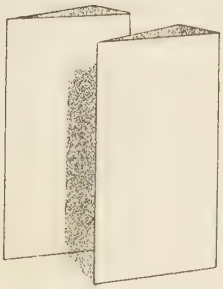
Was folgt nun aus diesen Aussagen für unsere Frage? Im 1. Versuch hat die Vp., wie deutlich aus der ersten Aussage hervorgeht, den Schatten nicht als einen solchen erkannt; sie glaubt, einen verschieden gefärbten Gegenstand vor sich zu haben. Sobald ihr aber durch eine Änderung der Versuchsanordnung das Erkennen des Schattens erleichtert ist, sieht sie auch sofort zwei Gegenstände, d. h. die Wahrnehmung der Schattenfigur ist für sie gleichbedeutend mit der Unterscheidung eines nahen und eines fernen Gegenstandes. Dasselbe zeigt auch noch einmal der dritte Versuch in etwas anderer Form. Die Vp. sagt da: „Dort, wo der Schatten nicht mehr ist, gehen die beiden weißen Gegenstände ineinander über." Sie meint damit, ohne den Schatten hätte sie nur *einen* weißen Gegenstand gesehen statt zwei, d. h. wenn sie den dunklen Fleck nicht als Schatten erkannt hätte, wäre ihr die Unterscheidung eines nahen und eines fernen Gegenstandes nicht möglich gewesen. Die Schattenwahrnehmung ist im Gegensatz zur Farbwahrnehmung (Versuch 1) nichts anderes als die Gestaltung im Sinne eines nahen und eines fernen Gegenstandes. Schlagschatten ist also wirklich ein Tiefenmotiv in dem zu fordernden Sinne. *Wie* gestaltet nun die Vp. im besonderen Tiefe, wenn sie Schlagschatten erlebt? Auch hierüber müssen uns die Aussagen Aufschluß geben. In dem 1. Experiment erkennt die Vp. nicht, daß sie einen beleuchteten und einen beschatteten Gegenstand vor sich hat. Sie faßt die dunklere Tönung als *Merkmal* des Gegenstandes auf; denn sie sagt ja ausdrücklich: „Ich sehe eine halb weiß halb schwarz *gefärbte* Pappe". Der Schatten ist aber keineswegs Merkmal des Gegenstandes, an dem er haftet, d. h. er bestimmt den Gegenstand nicht hinsichtlich seiner Eigenschaft, das geht aus dem 2. Experiment hervor. Die Vp. sagt da ausdrücklich: „Jetzt sehe ich, daß die zweite Pappe nicht schwarz, sondern nur von der vorderen beschattet ist." Und doch muß der Schatten den Gegenstand, dem er anhaftet, in irgend einem Sinne bestimmen; denn er grenzt ihn ja ab gegen diejenigen Gegenstände, die im übrigen, was ihre Eigenschaften anbelangt, dem beschatteten Gegenstand vollkommen gleichen. Wie charakterisiert die Vp. nun den in Rede stehenden Ge-











genstand, wenn sie die ihm anhaftende dunklere Tönung nicht als Eigenschaft des Gegenstandes, sondern als Beschattung erlebt? Hierüber geben uns das 2. und das 3. Experiment Aufschluß. Die Tönung eines Gegenstandes als Beschattung erkennen, heißt hiernach diesen Gegenstand zu einem zweiten Gegenstand in Beziehung setzen und zwar hinsichtlich seiner *Lage* zu diesem. Schlagschatten erleben heißt also nicht *einen* Gegenstand bestimmen im Hinblick auf seine Eigenschaften, sondern *zwei* Gegenstände hinsichtlich ihrer *räumlichen Lage* zueinander charakterisieren.

Müßte nun *jede* Vp., die vor dieselbe Versuchsanordnung gestellt würde, sich in der gleichen Weise verhalten wie unsere Vp.? *Jede* Vp. muß sich in ihren Wahrnehmungen auf objektive Verhältnisse beziehen, d. h. ihr Erleben muß dem objektiven Tatbestand „gemäß" sein; denn der erlebte Gegenstand ist zugleich möglicher Naturgegenstand. Also bedingen die objektiven Verhältnisse den Erlebnis-Tatbestand nicht, vielmehr ist im Erlebnis eine aktuelle Richtung auf diesen Tatbestand vollzogen; das heißt eben, ich „erlebe" einen Außengegenstand.

Welcher objektive Tatbestand ist es nun, der im Erleben des Schlagschattens seine subjektive Gestaltung erfährt? Derjenige, welcher gekennzeichnet wird durch die geometrisch-projektive Schattenkonstruktion. Die Schattenkonstruktion besagt eine objektive Beziehung zwischen einer Lichtquelle und zwei Körpern hinsichtlich ihrer Lage zueinander. Die aktuelle Richtung auf diesen Tatbestand äußert sich in dem Erleben des Schlagschattens als Charakteristikum des Körpers hinsichtlich seiner Lage zu einem anderen Körper und zu einer Lichtquelle. In diesem Erlebnis sind also die Verhältnisse der objektiven Schattenkonstruktion wirksam.

Das Verhalten der Vp., soweit in ihm die Beziehung auf objektive Verhältnisse zum Ausdruck kommt, ist nicht bloß individuell, es ist auch generell. Die für das individuelle Verhalten der *einen* Vp. im Vorhergehenden herausgestellten charakteristischen Beziehungen gelten also für *alle*, weil die Beziehung auf objektive Verhältnisse immer gegeben ist. Das Erleben des Schlagschattens ist somit als ein besonderer Typus der Tiefengestaltung aufgezeigt. „Schlagschatten erleben" ist also, um es noch einmal zu sagen, gleichbedeutend mit dem aktuellen Vollzug einer Beziehung zwischen zwei Gegenständen und einer Lichtquelle im Hinblick auf ihre gegenseitige räumliche Lage.

Ein möglicher Einwand gegen das eben Gesagte soll an dieser Stelle noch widerlegt werden: Die Lichtquelle, welche zur Charakteristik des objektiven Tatbestandes der Schattenkonstruktion gehört, und von der auch Helmholtz redet, ist von der Vp., wie aus den Aussagen hervorgeht, nicht in den Akt einbezogen worden. Diese Vernachlässigung der Lichtquelle seitens der Vp. ist aber nur eine scheinbare. Objektiv ist ja der schattenwerfende Gegenstand der der *Lichtquelle* nähere, der schattenempfangende der fernere. Wenn die Vp. von einem näheren und einem ferneren Gegenstand spricht,

so tut sie das mit Bezug auf sich, die Gegenstände unterscheiden sich aber im Hinblick auf sie nur als ein naher und ein ferner, weil sie in Richtung der Lichtquelle steht; der Bezug auf die Vp. *selbst* ist also gleichbedeutend mit einem Bezug auf die *Lichtquelle*. So drückt sich wieder in dieser Bezugnahme die erlebnismäßige Richtung auf die objektiven Verhältnisse aus.

Es bleibt nun hinsichtlich des Tiefenzeichens „Schlagschatten" nur noch ein besonderer Fall zu behandeln, der vorliegt, wenn der Schatten eines Gegenstandes *nicht* auf einen anderen Gegenstand, sondern auf den Boden fällt. Kommt diese Art des Schlagschattens noch als Tiefenzeichen im Sinne Helmholtzens in Betracht? Nein, denn Helmholtz spricht von den Schlagschatten als unzweideutigen Anzeichen dafür, daß der schattenwerfende Gegenstand der Lichtquelle näher ist als der schattenempfangende. Wenn nun gar kein schattenempfangender Gegenstand im eigentlichen Sinne da ist, so ist ein Unterscheiden eines nahen und eines fernen Gegenstandes eben nicht möglich, weil die Voraussetzungen für die Gestaltung von Tiefe nicht vorhanden sind.

Mit dem eben behandelten in engem Zusammenhange steht ein anderes Motiv, welches Helmholtz als „die Verteilung von Licht und Schatten an einem Körper" bezeichnet.

Es handelt sich hier nicht wie bisher um die Unterscheidung eines nahen und eines fernen Gegenstandes, vielmehr meint Helmholtz, daß die Verteilung von Licht und Schatten auf *einer* Fläche es dem Beschauer ermöglicht, die Modellierungen derselben mit allen ihren feinen Krümmungsänderungen zu erkennen.[11])

Dieses Tiefenzeichen soll also dem Beschauer die charakteristische Ausdehnung eines Körpers in der dritten Dimension vermitteln.

Die Heringsche Auffassung dieses Tiefenmoments weicht ein wenig von der Helmholtzens ab. Nach Herings Meinung ist die Verteilung von Licht und Schatten an einem Körper ein wichtiges Hilfsmittel für die Lokalisierung, weil wir den Schatten nicht als etwas der Fläche Inhärentes, sondern gleichsam gesondert *auf* der Fläche sehen. „Je nachdem er nun hier und dort sozusagen dünner oder dicker aufgelegt ist, läßt er die Einzelheiten eines Reliefs vor- und zurücktreten."[12])

Hering meint also: dem Beschauer vermittelt die hellere oder dunklere *Färbung* des Schattens die entsprechende Modellierung des Gegenstandes. Wir werden im Verlaufe unserer Untersuchung uns noch mit dieser Anschauung Herings auseinandersetzen.

Welche Art der Tiefengestaltung liegt also in dem vierten Tiefenzeichen Helmholtzens: „Verteilung von Licht und Schatten an einem Körper" vor? Helmholtz selbst weist wieder den Weg

[11]) Helmholtz: Optisches über Malerei, Vorträge u. Reden, Band 2. S. 102.

[12]) Hering: Der Raumsinn u. d. Bew. des Auges, Kap 13, III. Hermanns Handbuch der Physiologie III, 1.

für die experimentelle Behandlung der Frage. In seinen Ausführungen über die Verteilung von Licht und Schatten als Hilfsmittel für den Ausdruck der Tiefendimension im Gemälde ist es angedeutet. Er teilt da wörtlich folgendes mit: „Um die Schatten in ihrer Bedeutung gut benutzen zu können, ist nicht jede Beleuchtung gleich günstig. Wenn der Beschauer auf die Gegenstände in derselben Richtung blickt, wie das Licht auf sie fällt, so sieht er nur ihre beleuchteten Seiten und nichts von ihren Schatten; dann fällt fast die ganze Modellierung fort, welche die Schatten geben könnten. Steht der Gegenstand zwischen der Lichtquelle und dem Beschauer, so sieht er nur die Schatten. Also brauchen wir seitliche Beleuchtung für eine malerisch wirksame Beschattung und namentlich bei Flächen von nur schwach bewegten Formen.“ [13])

Wir benutzen im Hinblick hierauf folgende Versuchsanordnung:

1. Versuch: Ein Quader aus weißem Papier mit quadratischer Grundfläche von der Seitenlänge $a$ gleich 3 cm und der Höhe $h$ gleich 12 cm, wird so aufgestellt, daß er von links her beleuchtet ist. Man hindert die Vp. daran, die vollständige Kontur des Quaders zu erkennen, indem man sie nur eine mittlere Zone desselben sehen läßt.

1. Aussage: Ich sehe eine weiße Röhre, sie wirkt irgendwie kantig, ich erkenne das an dem scharfen Schatten, es ist nicht rund, weil der Schatten viel zu scharf ist.

2. Versuch: An Stelle des Quaders wird ein Prisma (aus weißem Papier) von der Höhe $h$ gleich 12 cm mit einem regelmäßigen Sechseck als Grundfläche, Kantenlänge 2 cm, aufgestellt.

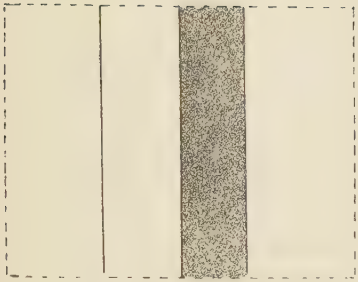
2. Aussage: Ich sehe eine Säule, die stellenweise kanneliert ist, d. h. zwei Flächen sind kanneliert, die dritte nicht. Ich sehe am Schatten, daß es eine Säule ist, die eher rund als eckig ist, sie hat Flächen, aber ist doch rund. Die Rippen sind beleuchtet, jetzt sieht man ganz genau neben dem Weiß den stärksten Schatten.

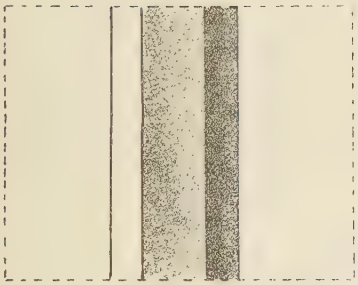
3. Versuch: Ein Zylinder (weißes Papier) von 4 cm Durchmesser und einer Höhe $h$ gleich 12 cm wird an Stelle des Prismas aufgestellt.

3. Aussage: Jetzt sehe ich eine richtig kreisrunde Röhre, denn der Schatten ist ganz weich, es fehlen die scharfen, harten Schatten wie beim ersten und beim zweiten Objekt. Beim zweiten Objekt waren viele Kanten, die auch an sich wieder noch Lichter hatten.

Die Vp. unterscheidet also die ihr gegebenen Körper als kantig und zwar viel und weniger kantig oder als rund. Wie stellt sie diese Unterscheidung der Körper im Hinblick auf ihre Modellierungen her? Sie sagt: „Der Körper wirkt kantig, ich erkenne das an den scharfen Schatten.“ Also scharfe Schatten erleben ist für die Vp. gleichbedeutend mit dem Erlebnis eines kantigen Körpers, und zwar unterscheidet sie mehrkantige Körper von weniger

[13]) Helmholtz: Opt. über Malerei, Vorträge und Reden, Band 2, S. 102 und 103.





kantigen, je nachdem, ob sie einen mehrfachen Wechsel von Licht und Schatten auf dem Körper erlebt oder nicht. Weiche Schatten erleben heißt für unsere Vp. gerundete Flächen erleben, das folgt aus Versuch 3. Was aber meint die Vp. mit weichen und harten Schatten?

Mit dem Ausdruck „harte Schatten" will die Vp. sagen: ich sehe ein dunkles Grau oder Schwarz unmittelbar neben einem grellen Weiß, und entsprechend bedeuten „weiche Schatten" für die Vp. das Erlebnis einer kaum merklichen Änderung der neutralen Tönung zwischen je zwei benachbarten Stellen des Körpers. In beiden Fällen hat die Vp. also Farbenerlebnisse. Das Farbenerlebnis ist eine Empfindung. In der Empfindung ist der Erlebende gerichtet auf sich selbst, d. h. auf seinen Organismus, sofern dieser Licht, Schall, Druck oder Schmerz empfindet. Wenn er einen Ton empfindet, weiß er, daß er hört; wenn er eine Farbe empfindet, weiß er, daß er sieht. Er erlebt also seinen Organismus in seiner Gliederung in Organe. Im besonderen bezieht sich der Erlebende in der Farbenempfindung in verschiedenem Sinne auf sein Auge; denn er unterscheidet verschiedene Farben von einander.

Man könnte nun mit Hering fragen, wie kann die Vp. auf Grund der Empfindung „hell-dunkel" Tiefenerlebnisse haben? Diese Frage ist falsch gestellt, denn das Tiefenerlebnis, in unserem Falle also das Erkennen der Modellierung des Körpers, kann keinesfalls durch die Empfindung „hell-dunkel" veranlaßt oder vermittelt sein. Die Art der Beziehung zwischen der Empfindung „hell-dunkel" und der Tiefenwahrnehmung „Zylinder, Prisma usw.", ist eine ganz andere als die der Vermittlung oder Veranlassung.

Indem nämlich der Erlebende etwas bestimmt im Sinne eines Dinges der Umwelt, also eine Wahrnehmung hat, stellt er sich diesem Ding gegenüber, d. h. er stellt eine Beziehung her zwischen sich und dem Dinge, er erlebt das Außending als Gehörtes oder Gesehenes, d. h. aber er erlebt dieses Ding der Umwelt als Reiz; somit hat er auch eine Empfindung.

Im Sinneseindruck liegen mithin nie *entweder* Empfindung *oder* Wahrnehmung vor, sondern stets beide zugleich; der Sinneseindruck ist die Identität dieser beiden Beziehungen.[14])

Eine Vermittlung der Tiefenwahrnehmung „Prisma, Zylinder usw.", durch die Empfindung „hell-dunkel", die Hering doch annimmt, ist also deshalb nicht möglich, weil *zugleich* mit der Empfindung notwendig die Wahrnehmung gegeben, d. h. eines ohne das andere nicht möglich ist.

Unsere Vp. hat also die Empfindung „hell-dunkel" und bestimmt dieses Hell-Dunkel als Licht und Schatten.

Hell-Dunkel als Licht und Schatten auffassen, bedeutet aber schon Raumgestaltung, heißt schon nach Außen setzen, ist schon

[14]) Vergl. hierzu M. Löwi: Über spezifische Sinnesenergien. 1927. S. 81 u. f., S. 139 u. S. 206.

Tiefenwahrnehmung. Denn sobald die Vp. die wechselnde Tönung eines Körpers nicht als dessen Eigenschaft, sondern als Wechsel von Licht und Schatten auf dem Körper erfaßt, stellt sie eine Beziehung her zwischen diesem Körper und einer Lichtquelle im Sinne der räumlichen Anordnung.

Der Eindruck des Schlagschattens (siehe S. 16) stellte sich als eine Beziehung zwischen zwei Körpern hinsichtlich ihrer Lage zueinander und zur Lichtquelle heraus. Das Erlebnis von Licht und Schatten an einem Körper bedeutet nichts anderes als eine Variante dieser Beziehung $K_1 \leftarrow\!\!\!\rightarrow K_2 \leftarrow\!\!\!\rightarrow L$, wobei unter $K_1$ Körper 1, unter $K_2$ Körper 2 und unter L die Lichtquelle zu verstehen ist. Die Beziehung $K_1 \leftarrow\!\!\!\rightarrow K_2$ wird nämlich in diesem Falle zu einer Gliederung des einen gegebenen Körpers in Teile. Die Vp. unterscheidet eine dem Licht zugewendete von einer dem Licht abgewendeten Seite, d. h. sie gliedert den Körper in Teile hinsichtlich ihrer räumlichen Lage zur Lichtquelle und damit zueinander. Diese Gliederung des Körpers in Teile hinsichtlich ihrer räumlichen Lage zueinander bedeutet das Erleben der Modellierung des Körpers.

Harte Schatten (d. h. kantige Körper) und weiche Schatten (d. h. runde Körper) erleben, bedeutet also nicht zwei verschiedene Arten der Gestaltung von Tiefe in dem Sinne, daß der Erlebende in jedem Fall eine grundsätzlich andere Beziehung herstellt. Die Erlebnisse sind theoretisch von gleicher Struktur aber aktuell verschieden. In dieser tatsächlichen Verschiedenheit drückt sich deutlich die aktuelle Richtung des Erlebenden auf den objektiven Tatbestand aus. Die objektive Gegenbenheit ist, wie ja aus dem Experiment hervorgeht, im Falle des Erlebnisses der harten Schatten eine andere wie im Falle des Erlebens der weichen Schatten. Aber welcher Art sind diese objektiven Gegebenheiten?

Man könnte geneigt sein zu glauben, der objektive Tatbestand sei in beiden Fällen das Licht von verschiedener Intensität; denn die Vp. sieht ja in dem Ausschnitt einmal die Skala der neutralen Farben im stetigen Übergang, das andere Mal ein Schwarz neben einem grellen Weiß. Trägt nun die Vp. gerade diesem objektiven Sachverhalt Rechnung, wenn sie einmal einen Zylinder, das andere Mal ein Prisma wahrnimmt? Nein. Der objektive Tatbestand, auf den sich die Vp. bezieht, ist vielmehr der der *Ausbreitung* des Lichtes auf Körpern von bestimmter mathematischer Konstruktion, wenn die Lichtquelle in bestimmter Richtung und Entfernung von diesen Körpern gegeben ist.

Diesem objektiven Sachverhalt wird also die Vp. gerecht, wenn sie harte oder weiche Schatten, d. h. kantige oder runde Körper wahrnimmt, und diese objektive Ausbreitung des Lichtes auf verschieden konstruierten Körpern wird in der *Empfindung* in diesem Falle als „hell-dunkel" in verschiedener Abtönung bestimmt.

Für den Akt der *Wahrnehmung* ist also die Beziehung auf die Konstruierbarkeit des Objekts entscheidend.

An der *Ausbreitung* von Hell und Dunkel wird die Konstruierbarkeit des Objekts erlebt und nicht an der verschiedenen *Abtönung*, wie Hering meint. Gewiß wird auch die Abtönung von Hell und Dunkel erlebt, die Hering hervorhebt, aber diese Beziehung charakterisiert nicht die Tiefenwahrnehmung, sie definiert die Empfindung, die notwendig mit der Wahrnehmung zugleich auftreten muß. Der Eindruck der Lichtverteilung ist allemal der Eindruck der Körperkonfiguration, d. h. Tiefenwahrnehmung. In diesem und nur in diesem Sinne kann die Verteilung von Licht und Schatten auf einem Körper als Tiefenzeichen angesehen werden.

In der Reihe der Tiefenzeichen bietet sich uns jetzt dasjenige dar, welches Helmholtz als „Luftperspektive" bezeichnet. Er erläutert dieses Tiefenzeichen wie folgt: „Unter Luftperspektive versteht man die künstlerische Darstellung der Lufttrübung, weil durch stärkeres oder geringeres Hervortreten der Luftfarbe über der Farbe der Gegenstände die verschiedene Entfernung derselben sehr bestimmt angezeigt wird, und Landschaften wesentlich dadurch ihre Tiefe erhalten." [15])

Helmholtz spricht hier also wieder von einer Tiefenwahrnehmung im Sinne eines Entfernungserlebnisses zwischen zwei oder mehreren Gegenständen. Die Heringschen Mitteilungen über dieses Tiefenmoment stimmen vollkommen mit der Helmholtzeschen Auffassung überein, es erübrigt sich daher, dieselben hier anzuführen.

Da die Lufttrübung nur bei relativ großen Entfernungen sichtbar ist, d. h. als Tiefenzeichen nur in der freien Natur in Frage kommt, im geschlossenen Raum dagegen ohne Bedeutung ist, ist dieses Tiefenproblem experimentell nur sehr schwer anzugehen. Natürlich ist es immer möglich, sich von der Richtigkeit der Helmholtzeschen Beobachtung im Freien zu überzeugen, doch kann bei einer solchen Probe nicht die Rede von einem Experiment sein, weil ihre Bedingungen nicht in der Hand des Versuchsleiters liegen.

Ebenso wie Helmholtz sich lediglich auf den einfachen Erfahrungssachverhalt stützt, wollen auch wir von der allen bekannten Tatsache ausgehen, daß *ferne*, bewaldete Berge blau erscheinen, während die *nahen*, baumbestandenen Bergkuppen dunkelgrün sind. Diese blaue Farbe der fernen Berge rührt von der Lufttrübung her, d. h. es wird die Luftfarbe über der Farbe der Berge gesehen. Diese Luftfarbe, die der Beobachter über der Farbe ferner Dinge sieht, soll den Eindruck der Tiefe oder Entfernung jener Dinge vermitteln. Helmholtz meint, wenn er in diesem Sinne von Vermittlung redet, daß der Beobachter aus dem, was er *sieht*, auf *das* schließt, was wirklich ist, [16]) d. h. das Gesehene ist ihm ein Zeichen für die wirkliche Anordnung im Raum; also gehört die Luftfarbe,

---

[15]) Helmholtz: Opt. über Malerei, Vorträge und Reden, Band 2, S. 106.

[16]) Helmholtz: Über das Sehen des Menschen, Vorträge und Reden, Band 1.

die über der Farbe der Dinge gesehen wird (auch Luftperspektive genannt), in die Reihe der Tiefenzeichen; aus ihr soll der Beschauer auf die wirkliche Entfernung der Dinge schließen.

Was läßt sich zu dieser Argumentation Helmholtzens sagen? Kann die blaue Farbe der Berge wirklich den Eindruck der Tiefe vermitteln? Der Beobachter sieht sie, dann hält er sie entweder für eine Eigenschaft eben gerade jener Berge, und dann ist überhaupt nicht die Rede von unserm Tiefenzeichen, weil die Färbung ja dann kein Mittel ist, um zu schließen; oder er weiß, daß diese Berge in Wirklichkeit nicht blau *sind,* sondern nur blau *erscheinen,* macht also einen Unterschied zwischen dem, was er sieht und der Wirklichkeit.

Das Letztere legt den Gedanken nahe, es handle sich hier, im Gegensatz zu den vorhergegangenen Tiefenzeichen, vielleicht wirklich um ein durch Zeichen vermitteltes Tiefenerlebnis im Sinne Helmholtzens. Denn der Sachverhalt der Unterscheidung zwischen dem Gesehenen und der Wirklichkeit war in früherem (S. 7.) als die notwendige Bedingung, den Begriff des Zeichens rechtmäßig einführen zu können, aufgezeigt worden.

Um feststellen zu können, ob es sich im Falle der Luftperspektive wirklich um einen durch Zeichen vermittelten Tiefeneindruck handelt, ist es nötig, sich nochmals mit dem Problem des Helmholtz'schen Tiefenzeichens seinem allgemeinem Sinne nach auseinanderzusetzen: Gewisse Momente im Bilde, sogenannte Tiefenzeichen, sollen das Bild im Sinne der Wirklichkeit deuten lassen. Der Beschauer nimmt also, wenn er auf Grund solcher Zeichen Tiefe erlebt, eine Trennung vor zwischen dem, was er sieht, und der Wirklichkeit.

Wenn der Erlebende diese Unterscheidung vornehmen, d. h. eben wissen soll, daß der Eindruck, den er hat, nicht der Wirklichkeit entspricht, so muß er notwendig diese Wirklichkeit irgendwie kennen und zwar relativ unabhängig von seinem augenblicklichen Sinneseindruck.

Um einen wirklichen Sachverhalt wissen, unabhängig vom augenblicklichen Sinneseindruck, kann zweierlei bedeuten. Es kann erstens heißen: um die Wirklichkeit wissen auf Grund früherer Erfahrung, und es kann zweitens bedeuten: objektive Erkenntnis haben, d. h. auf das Objekt bezogen sein nicht durch den Bezug auf den Reiz, sondern direkt und unmittelbar eine Beziehung I ↔ O herstellen. (Hierbei ist I = Ich= Beschauer und O= Objekt zu setzen.)

Im Sinneseindruck bezieht sich der Erlebende *auch* auf den objektiven Tatbestand, wenn auch in anderer Weise; denn der Sinneseindruck ist bestimmt als ein Bezug auf den Reiz: I ↔ R. Der Reiz ist aber die Beziehung zwischen dem nervösen Prozeß im Organ (er sei im Schema mit N bezeichnet) und einem objektiven Sachverhalt im Sinne physikalischer Bestimmbarkeit. I ↔ R gliedert sich also in I ⟷ N ↔ O. Der objektive Tatbestand

kommt also im Akt des Sinneseindrucks irgendwie zum Ausdruck, d. h. es wird eine Beziehung auf den objektiven Tatbestand vollzogen. Der Akt ist also nicht *veranlaßt* durch den objektiven Tatbestand, sondern vollzieht sich vielmehr *im Hinblick auf* diesen objektiven Tatbestand, er ist ihm *gemäß*. Wenn also der Beobachter eine Trennung vornimmt zwischen Gesehenem und der Wirklichkeit, so ist das gleichbedeutend mit einer Unterscheidung zwischen Wahrnehmung und der Einsicht in die objektive Natur des Außenobjekts, oder aber zwischen Wahrnehmung und Wissen auf Grund früherer Erfahrung.

Nun ist nach Helmholtzens Meinung die Tiefenwahrnehmung geknüpft an den Schluß auf den wirklichen Sachverhalt, d. h. aber nach dem oben Gesagten geknüpft an diesen bewußt vollzogenen Bezug der augenblicklichen Wahrnehmung auf die objektive Natur des Außengegenstandes, oder auf Wissen aus Erfahrung. Denn Helmholtz spricht zwar von dem *unbewußten* Schluß, d. h. einem solchen, in dem die Prämissen nicht explizit durch den sprachlichen Ausdruck vollzogen werden können, ausdrücklich aber betont er, daß dieser Schluß dieselbe Art von geistiger Tätigkeit bedeutet, wie die, die in den gewöhnlich so genannten Schlüssen wirksam ist.[17])

In jedem Falle handelt es sich also für Helmholtz um ein *mittelbares Erschließen* der Tiefe im Hinblick auf einen gegenwärtigen Eindruck. In dem gegenwärtigen Eindruck, d. h. in der Beziehung I ↔ N ↔ O waltet aber, wie eben betonte wurde, die objektive Natur des Außenobjekts. Ist dieses dreidimensional bestimmt, so muß sich diese seine Eigentümlichkeit auf irgend eine psychologische Art auswirken, und das nennen wir das Erlebnis der Tiefe. Daraus folgt, daß überall und immer, wo von Wahrnehmung der *Dinge* die Rede ist, das Erlebnis der Tiefe ohne Unterschied vorliegen muß und nicht erst erschlossen zu werden braucht.

In unserem Falle handelt es sich nun nicht um das Erlebnis der Tiefe im Sinne der Körperlichkeit eines Dinges, sondern vielmehr um ein Entfernungserlebnis; das Ding wird als *Außen*ding erlebt. Wir haben aber eben gezeigt, daß die dritte Dimension, nämlich in unserem Falle das Außensein, also die weitere oder nähere Entfernung von mir, nicht erschlossen sein kann, wie Helmholtz meint, sondern *ursprünglich* mit dem Eindruck des Objekts als Außending gegeben ist.

Das Erlebnis des blauen Berges ist also als *unmittelbares* Entfernungserlebnis dadurch gewährleistet, daß es dem objektiv vorliegenden Sachverhalt „gemäß" sein muß.

Von jedem wird der blaue Berg natürlich als Außenobjekt erlebt. Jeder, der diese Wahrnehmung des blauen Berges hat, d. h. der Beziehung I ↔ N ↔ O genügt, hat also ein Ent-

[17]) Helmholtz: Vorträge und Reden, Band 1, Die neueren Fortschritte in der Theorie des Sehens. S. 358.

fernungserlebnis; er kann den Berg auch für nah halten, trotzdem hat er doch ein Entfernungserlebnis. Um das Erlebnis der Entfernung in diesem Sinne handelt es sich aber für Helmholtz garnicht. Helmholtzens Tiefenzeichen „Luftperspektive" soll ein *ganz bestimmtes* Entfernungserlebnis vermitteln, nämlich das Erlebnis des blauen Berges als eines *fernen* Berges.

Was liegt nun theoretisch im Falle dieses Erlebnisses der Ferne vor? Auch dieses Erlebnis der Ferne ist natürlich ein Entfernungserlebnis genau so wie der Eindruck des Nahen und muß deshalb dem Beziehungssachverhalt I ↔ N ↔ O genügte tun, aber in besonderer Weise. Der Beziehungssachverhalt I ↔ N ↔ O ist zu allgemein, er bedarf in irgend einem Sinne der Besonderung, um uns das Erlebnis des blauen Berges als eines *fernen* Berges verstehen zu lassen. Wir hatten schon gesehen: nicht *jeder,* der einen blauen Berg wahrnimmt, muß deshalb diesen Berg auch für ferner halten als grüne Bergkuppen, die er ebenfalls sieht. Nach Helmholtz ist das Erlebnis der Ferne bedingt durch die mitgebrachte Kenntnis der objektiven Färbung des Berges. Liegt also das von Helmholtz angeführte Erlebnis der Ferne im Hinblick auf die Färbung des Berges vor, so handelt es sich um ein besonderes Individuum, d. h. das I in unserem Beziehungssachverhalt I ↔ N ↔ O erfährt eine Einschränkung, es handelt sich nicht mehr um *jedes beliebige,* sondern um ein *besonderes* Ich, wenn das Erlebnis der Ferne vorliegt.

Welchen Bedingungen muß aber nun das I genügen, wenn dieses ganz bestimmte Entfernungserlebnis (nämlich das Erlebnis der Ferne) vorliegt?

Wir hatten oben gesagt, dieses besondere Entfernungserlebnis liegt *tatsächlich* nur vor, wenn der Erlebende die blaue Farbe des Berges nicht für dessen Eigenschaft hält, sondern weiß, daß der Berg in Wirklichkeit grün ist. Helmholtz folgert hieraus, daß die Entfernung nicht *wahrgenommen,* sondern nur *erschlossen* sein könnte; denn das Tiefenerlebnis sei ja irgendwie geknüpft an das Wissen um den wirklichen Sachverhalt. Wir haben gezeigt, daß *jedes* Entfernungserlebnis notwendig ursprünglicher Eindruck sein muß, also auch das in Rede stehende. Trotzdem ist dieses besondere Entfernungserlebnis irgendwie an ein besonderes Wissen geknüpft: nur der hat nämlich die ursprüngliche Wahrnehmung des blauen als eines *fernen* Berges, der gewisse frühere Erfahrung besitzt. Was soll man unter „früherer Erfahrung" verstehen? Frühere Erfahrung äußert sich nur, so paradox das fürs erste klingen mag, im gegenwärtigen Erleben. Frühere Erfahrung geht *unmittelbar,* d. h. ohne Schluß in den augenblicklichen Eindruck mit ein, denn auf Grund *früherer* Erfahrung *jetzt* etwas beurteilen, bedeutet das Gegenwärtigsein des Früheren im Jetzigen; das Ich bedeutet ja nichts anderes als die aktuelle Zusammenfassung aller gehabten Erlebnisse zu einem Ganzen. Die übergreifende Einheit des Ich ist also die *aktuelle* Zusammenfassung aller Erlebnisse, auch der

Sinneserlebnisse. Das heißt in einem Ich sind befaßt und umschlossen alle möglichen früheren Eindrücke und Kenntnisse[18]). Also sind in jedem *gegenwärtigen* Eindruck I ↔ N ↔ O *frühere* Eindrücke *unmittelbar* mitgegeben, d. h. der gegenwärtige Eindruck ist in seiner Bestimmtheit nicht ohne „frühere Erfahrung" möglich. *Ganz bestimmte* frühere Erfahrung (nämlich die Kenntnis der objektiven Färbung des Berges), ist also der Grund für die Wahrnehmung des blauen Berges als eines *fernen* Berges.

Also der Entfernungseindruck ist in jedem Falle *unmittelbar*, weil „gemäß" der objektiven Natur des Außenobjekts. Der von Helmholtz angeführte Tiefeneindruck, nämlich das Erlebnis der Ferne im Hinblick auf die Färbung des Berges, liegt aber nur da vor, wo ein ganz bestimmtes Ich (bestimmt nämlich durch frühere Erfahrungen im Sinne der Kenntnis der objektiven Natur des Außenobjektes) Entfernung erlebt.

Helmholtz meint, daß nur ganz bestimmte Individuen dieses Entfernungserlebnis haben können, nur solche nämlich, die aus dem, was sie sehen (den blauen Berg), auf den wirklichen Sachverhalt (die Ferne des Berges) schließen. Dieser Schluß auf den wirklichen Sachverhalt setzt, wie schon gezeigt, voraus, daß man eben das Gesehene nicht für das Wirkliche hält, also bewußt eine Unterscheidung zwischen Gesehenem und Gewußtem macht.

Für Helmholtz ist dieser Sachverhalt der Unterscheidung zwischen dem Gesehenen und Gewußten also die Prämisse eines Schlußgefüges, dessen Conclusio ein ganz bestimmtes Entfernungsbewußtsein ist. Als Prämisse ist dieser Tatbestand der Unterscheidung für Helmholtz natürlich Bedingung des Entfernungseindrucks, für uns nicht.

Natürlich kann eine bewußte Trennung zwischen augenblicklichem Sinneseindruck und Wissen aus Erfahrung vom Erlebenden anläßlich dieses Entfernungseindrucks vollzogen werden. Denn es ist selbstverständlich immer möglich, daß der Erlebende sich auf sich selbst, d. h. auf sein eigenes Ich als Gegenstand richtet. Das Ich erlebt sich dann selbst als früheres und als jetziges Ich. Es besinnt sich sozusagen auf die jetzige Phase zum Unterschied von früheren. Dieser Sachverhalt liegt vor, wenn der Beschauer den Eindruck eines blauen als eines *fernen* Berges hat und ausdrücklich sich darauf besinnt, daß dieser Berg in Wirklichkeit gar nicht blau ist, sondern in der Ferne nur so wirkt.

Diese Unterscheidung von Gesehenem und Gewußtem muß also vorliegen können; es ist aber auch nach allem Gesagtem klar, daß dieser Sachverhalt der Unterscheidung keineswegs die Bedingung des Entfernungseindrucks ist, wie Helmholtz meint. Denn für den Entfernungs*eindruck* ist das schließende Verfahren nicht maß-

[18]) Über das Problem des Ich siehe R. Hönigswald: „Die Grundlagen der Denkpsychologie". 1925. Und „Vom Problem des Rhythmus". 1926, S. 73.

gebend, mag man sich auch *bei Gelegenheit* des Entfernungseindrucks schließend verhalten, so ist der Eindruck doch durch dieses Schlußverfahren keineswegs definiert. Er ist vielmehr dadurch bestimmt, daß die frühere Erfahrung und der augenblickliche Eindruck im Ich zu einer Einheit verschmolzen sind. Redet man aber von der Prämisse und der Conclusio, dann wird frühere Erfahrung und jetziger Eindruck ausdrücklich getrennt.

Wie steht es nun mit dem nächsten Tiefenzeichen Helmholtzens: „der perspektivischen Verkleinerung"? Unter der perspektivischen Verkleinerung versteht man die mathematische Gesetzmäßigkeit, derzufolge ein ferner Gegenstand auf der Netzhaut ein kleineres Bild entwirft als derselbe Gegenstand in der Nähe.

Über den psychischen Akt des Erlebens dieser objektiven Verhältnisse meint Helmholtz folgendes: Die perspektivische Verkleinerung ist uns ein Zeichen für die Tiefe, indem wir aus der Größe des Netzhautbildes eines gesehenen Gegenstandes von bekannter Größe die Entfernung schätzen, in der der Gegenstand sich befindet.[19]) Hering äußert sich über dieses Tiefenmoment, indem er die Tatsache feststellt, daß wir Dinge, deren Sehgröße durch die Erfahrung gegeben ist, *auf Grund* derselben um so entfernter lokalisieren, je kleiner das von ihnen entworfene Netzhautbild ist.[20])

Er schließt sich also wohl auch der Helmholtzeschen Ansicht an, daß die Entfernung des Gegenstandes auf Grund früherer Erfahrung geschätzt wird. Schätzen muß hier soviel bedeuten wie auf die Entfernung *schließen,* denn die Kenntnis von der *wirklichen* Größe des Gegenstandes und der gegenwärtige Eindruck (nämlich das Erleben der *scheinbaren* Größe des Gegenstandes) sind für Helmholtz und Hering die Prämissen, auf Grund welcher die Entfernung „geschätzt", also geschlossen wird. Es liegt hier demnach für Helmholtz und Hering grundsätzlich derselbe Sachverhalt vor wie im Falle der Luftperspektive. Die Prämissen der Schlußgefüge unterscheiden sich nur inhaltlich voneinander. Im Falle der Luftperspektive waren die Kenntnis von der wirklichen Färbung des Gegenstandes und der Eindruck der scheinbaren Färbung des Gegenstandes die Voraussetzungen, die zu der Folgerung: „der Berg ist fern", führten; im jetzigen Falle handelt es sich in den Prämissen nicht um die wirkliche und scheinbare *Färbung* des Gegenstandes, sondern um seine wirkliche und scheinbare *Größe;* die Conclusio ist wieder das Erlebnis der Ferne des Gegenstandes.

Helmholtz führt Luftperspektive und perspektivische Verkleinerung trotzdem als verschiedene Tiefenzeichen an. Als Zeichen, d. h. als Momente im Bilde, sind sie ja auch verschieden; denn einmal handelt es sich um die Größe, einmal um die Färbung des Gesehenen. Für uns aber liegt kein Grund vor, Luftperspektive

[19]) Helmholtz: Phys. Opt. § 30, S. 767.
[20]) Hering: Der Raumsinn u. die Bew. d. Auges. Hermanns Handbuch der Physiol. III, 1. S. 582.

und perspektivische Verkleinerung getrennt abzuhandeln. Es handelt sich in beiden Fällen um denselben Typus des Erlebens von Tiefe. Dies im einzelnen nachzuweisen, ist jetzt unsere Aufgabe:

Wir hatten gesehen, daß im Falle der Luftperspektive zwar immer ein Entfernungserlebnis vorliegen, dieses Entfernungserlebnis aber keinesfalls auch immer im Sinne eines Erlebnisses der *Ferne* bestimmt sein muß. Genau so verhält es sich mit dem Erlebnis der perspektivischen Verkleinerung: Es liegt ein *ursprüngliches* Entfernungserlebnis vor, denn es wird ja etwas als Außending erlebt, aber dieses Außending wird durchaus nicht immer als fern erlebt. Helmholtz selbst weist auf diese Tatsache in folgenden Worten hin: „Ich selbst entsinne mich noch, daß ich als Kind an einem Kirchturm vorübergegangen bin und auf dessen Galerie Menschen sah, die ich für Püppchen hielt, und daß ich meine Mutter bat, sie mir herunterzulangen, was, wie ich damals glaubte, sie können würde, wenn sie den Arm ausstreckte." [21])

Helmholtz hat also ein Entfernungserlebnis gehabt, hielt aber die Gegenstände für so nah, daß er sie mit ausgestrecktem Arm erreichen zu können glaubte, er hatte also nicht das Erlebnis der *Ferne* des Gegenstandes.

Was liegt nun aber vor, wenn ein Gegenstand im Hinblick auf seine perspektivische Verkleinerung wirklich als fern erlebt wird? Nach Helmholtzens und Herings Meinung ein Schluß, und nur der kann diesen Schluß ziehen, der die Kenntnis von der wirklichen Größe des gesehenen Gegenstandes hat und im übrigen auch durch lange Erfahrung diese Beziehung zwischen Entfernung und Größe des Gegenstandes gelernt hat.

Wir haben gezeigt, daß *jedes* Entfernungserlebnis, also auch *dieses* Erlebnis der Ferne, notwendig ursprünglich ist. (Siehe S. 24.) Das Erlebnis der Ferne ist also Wahrnehmung und nicht eine durch einen Schluß vermittelte Vorstellung, wie Helmholtz meint. [22]) Es handelt sich um eine *besondere* Wahrnehmung in diesem Erlebnis der Ferne: Nur der hat das Erlebnis der Ferne, der ganz bestimmte frühere Erfahrung, etwa die Kenntnis von der wirklichen Größe und deren Beziehung zur Entfernung des Gegenstandes, besitzt. Diese frühere Erfahrung ist aber, eben als frühere Erfahrung, im augenblicklichen Eindruck gegenwärtig, sie ist also mitbestimmend für die Art der jetzigen Eindrücke, d. h. sie macht den gegenwärtigen Entfernungseindruck zum Eindruck der *Ferne*. Ein Schluß auf die Ferne des Gegenstandes im Hinblick auf seine perspektivische Verkleinerung kann natürlich wieder vorliegen anläßlich dieses Eindrucks der Ferne, nur ist der *Eindruck* der Ferne davon unabhängig.

Helmholtz und Hering sprechen nur von diesem Schluß und leugnen die Möglichkeit des Entfernungs*eindrucks*, d. h. sie lehnen

---

[21]) Helmholtz: Phys. Opt. § 30, S. 768.
[22]) Helmholtz: Phys. Opt. § 30, S. 767.

es ab, das Erlebnis der Entfernung als *Wahrnehmung* zu bezeichnen, weil sie sich ganz richtig sagen, daß ein *Schluß* nicht einen Wahrnehmungsakt definieren kann. Diese Helmholtzesche und Heringsche Auffassung ergibt sich, solange man nicht bedenkt, daß jeder Erlebnisakt und damit natürlich auch jeder Sinneseindruck seine besondere Färbung erfährt durch das unmittelbare Gegenwärtigsein früheren Erlebens im jetzigen.

Erwägungen ganz anderer Art ergeben sich bei der kritischen Betrachtung des Tiefenzeichens „Beobachtungen bei bewegtem Kopf und Körper". Helmholtz erklärt dieses Tiefenzeichen wie folgt: „So wie man sich bewegt, verschieben sich die näheren Gegenstände scheinbar gegen die ferneren, jene scheinen rückwärts zu eilen, diese mit uns zu gehen. Dadurch kommt eine viel bestimmtere Unterscheidung des Nahen und Fernen zu stande, als uns das Sehen von unveränderter Stelle aus jemals gewähren kann." [23]) Nun tritt aber unter gewissen Umständen trotz Kopf- und Körperbewegung dieses Erlebnis der Scheinbewegung des Gegenstandes nicht ein, wenn nämlich die Vp. den bewußten Gegenstand fixiert. Hiervon spricht Helmholtz nicht, wohl aber Hering. Er sagt hierüber folgendes: „Fixieren wir ein *nahes* Objekt und bewegen den Kopf seitwärts, so zeigen die fernen Dinge eine Bewegung in demselben Sinne, fixieren wir ein fernes, so bewegen sich die näheren im entgegengesetzten Sinne als der Kopf." [24])

Also nur an *den* Gegenständen erlebt der Beschauer eine Scheinbewegung, die er nicht fixiert. Danach scheint zwischen Fixation und dem Ausfall der Scheinbewegung eine feste Beziehung zu bestehen. Man ist nun leicht geneigt, diese Beziehung als kausal anzusetzen, etwa so, daß Fixation die physiologische Bedingung für das Nichteintreten des Erlebnisses der Scheinbewegung von Gegenständen ist. Was ist gegen eine solche Auffassung einzuwenden?

Mit dem Ansatz eines kausalen Abhängigkeitsverhältnisses zwischen Physischem und Psychischem wird das Psychische als naturhaft charakterisiert, während es doch Ausdruck des Gedankens der Gegenständlichkeit überhaupt ist; denn „gegenständlich sein" bedeutet bestimmt sein nicht nur durch die Methoden der wissenschaftlichen Erkenntnis, sondern auch durch das Erleben. Beide Arten der Bestimmtheit stehen in einem notwendigen Wechselbezug zu einander, und erst indem der Gedanke der Gegenständlichkeit diese beiden Arten der Bestimmtheit, nämlich die subjektive und die objektive Bestimmtheit, umspannt, ist er erschöpfend definiert.

Welcher Art ist nun aber die Beziehung zwischen Psychischem und Physischem? Gehen wir von einem konkreten Falle aus:

Ein Naturvorgang liege vor und werde durch die physikalische Methode als eine Ätherbewegung von bestimmter Wellenlänge be-

[23]) Helmholtz: Vorträge und Reden, Band 2: Optisches über Malerei. S. 99 u. f.

[24]) Hering: Der Raumsinn u. d. Bew. d. Auges. Kap. 13. Hermanns Handbuch d. Physiol. III, 1. S. 582 u. f.

stimmt. Treffen solche Ätherschwingungen auf ein Auge und rufen sie dort einen Erregungsvorgang auf der Netzhaut hervor, so ist damit der im physikalischen Sinne als Ätherschwingung definierte Sachverhalt im physiologischen Sinne als Lichtreiz bestimmt. Der physikalische Vorgang wird also zum Reiz durch seinen Bezug auf das Organ, d. h. durch seinen Bezug auf das Individuum. Der Naturvorgang unterhält aber noch eine andere Art der Beziehung zum Individuum, keine empirische Beziehung wie die eben als Bezug auf das Organ angedeutete, sondern eine Beziehung, die aus dem Begriff der Gegenständlichkeit, wie er oben definiert ist, folgt. Der Naturgegenstand ist in seiner Bestimmtheit erst erschöpfend definiert, wenn er nicht nur wissenschaftlich, d. h. objektiv charakterisiert ist, sondern auch als erlebter Gegenstand aufgezeigt ist. Wird also der Naturgegenstand in seinem Bezug auf das Individuum Problem, so ist damit eine physiologische und eine psychologische Betrachtungsweise angesetzt. Psychologie und Physiologie hängen also auf Grund eines selben Dritten zusammen, sie sind zwei Betrachtungsweisen desselben Gegenstandes. Weil sich also beide, Psychologie und Physiologie, auf dasselbe X beziehen, nämlich auf einen physikalischen Naturvorgang in seinem Bezug auf das Individuum, fordert dieses X, wenn es Problem wird, auch immer zwei Fragestellungen, d. h. wo ein Gegenstandserlebnis im Sinne eines Dinges der Außenwelt vorliegt, da ist auch notwendig ein physiologischer Vorgang anzusetzen und umgekehrt, wo ein physiologischer Vorgang in einem peripheren Organ vorliegt, da ist auch die Aufgabe gestellt, nach dem Erlebnisakt zu fragen. Dieser Art ist also die Beziehung zwischen Physiologie und Psychologie.[25])

Kehren wir nun zu unserem Sachverhalt der Beobachtungen bei bewegtem Kopf und Körper zurück:

1. Fall. Die Vp. bewegt Kopf und Körper, fixiert aber dabei einen Gegenstand. Wir fragen, was sie erlebt; das Recht zu dieser Frage ist nachgewiesen. Die Vp. sagt, sie erlebt *keine* Scheinbewegung dieses Gegenstandes.

2. Fall. Der Gegenstand wird nicht fixiert. Die Vp. sagt aus, sie erlebt eine Scheinbewegung des Gegenstandes.

Der erste der beiden angeführten Fälle kommt für unsere Untersuchungen nicht direkt in Betracht, denn gerade das Erlebnis der Scheinbewegung von Gegenständen als ein besonderer Typus des Tiefenerlebnisses ist für uns von Interesse. Wir mußten diesen ersten Fall aber erörtern, um Klarheit in die Beziehung zwischen physiologischem Vorgang und psychischem Akt zu bringen.

Es ist nötig, jetzt erst einmal experimentell festzustellen, ob im Falle eines Erlebnisses der Scheinbewegung von Gegenständen der Eindruck der Tiefe überhaupt da ist, wenn unter Ausschluß

[25]) Vergl. hierzu M. Löwi: Über spezifische Sinnesenergien. 1927. S. 159 u. S. 207.

jeder Umgebung nur die Beziehung zweier sich scheinbar bewegender Gegenstände aufeinander und auf die Vp. berücksichtigt wird. Eine ausführliche Schilderung der Versuchsanordnung ist nicht notwendig, sie ist im wesentlichen dieselbe geblieben wie im Falle der Überschneidung von Konturen. (Vergleiche S. 8.)

1. Versuch: Zwei Fäden wurden so befestigt, wie die nebenstehende Figur andeutet. Die Vp. befindet sich in Ruhe. Betrachtungsweise monokular.

1. Aussage: Ich sehe die beiden Fäden nur ganz undeutlich; ich kann nicht sagen, welcher Faden näher, welcher ferner ist.

2. Versuch: Die Anordnung der Fäden ist dieselbe geblieben, aber die Vp. bewegt sich durch Neigung des Kopfes von rechts nach links.

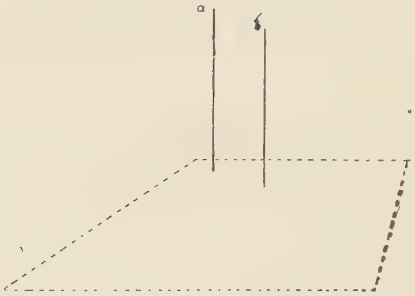
2. Aussage: Ich sehe, daß der rechte Faden immer andere Stellen auf dem Hintergrund verdeckt, während der linke das nicht tut. Ich sehe einen Zwischenraum zwischen dem rechten Faden und dem Hintergrund, wenn ich mich bewege, zwischen dem linken Faden und dem Hintergrund nicht; folglich ist der rechte Faden weiter vorn wie der linke.

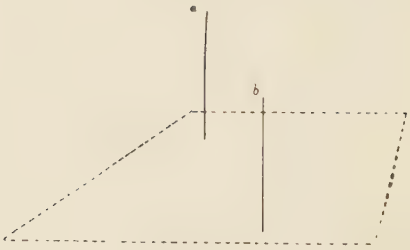
3. Versuch: Die Anordnung der Fäden ist wieder durch die beiliegende Zeichnung angedeutet. Die Vp. bewegt sich in der oben angegebenen Weise.

3. Aussage: Die Fäden bewegen sich auf einander zu, d. h. der Zwischenraum zwischen ihnen wird kleiner. Der rechte Faden ist weiter vorn als der linke, wenn ich mich nicht bewege, sehe ich das letztere auch, aber nicht so gut. Im Laufe der Bewegung sehe ich erst, d .h. bei senkrechter Haltung des Körpers, den Zwischenraum zwischen den beiden Fäden in der Frontalebene. Je mehr ich den Körper nach links neige, umso mehr sehe ich den Zwischenraum zwischen den beiden Fäden wie in einer Ebene, die die Frontalebene in einem spitzen Winkel schneidet, d. h. der eine Faden rückt weiter nach hinten.

Aus diesen Aussagen folgt zunächst, daß im Falle des Erlebnisses der Scheinbewegung von Gegenständen wirklich ein Tiefeneindruck vorliegen kann. Die Vp. konnte, solange sie in Ruhe war, d. h. kein Bewegungserlebnis hatte, nicht angeben, welcher Faden der nähere, welcher der fernere ist. Sobald sie sich aber bewegte, also das Erlebnis der Scheinbewegung der Fäden hatte, machte sie genaue Angaben hierüber. Der Gedanke einer Verursachung oder Hervorrufung des Tiefenerlebnisses durch die Bewegung der Vp. ist abzulehnen. Denn Causalität ist eine Beziehung, die das zu Bestimmende als naturhafte Existenz charakterisiert; wollte man also zwischen der Bewegung der Vp. und dem Tiefeneindruck eine causale Beziehung ansetzen, so wäre damit das Tiefenerlebnis als etwas Nichtpsychisches definiert.

Wie die Versuche gelehrt haben, besteht nun aber eine Beziehung zwischen der Bewegung der Vp. und dem Tiefenerlebnis in der Form, daß eine Unterscheidung des Nahen und Fernen nur


a
b


b

oder wenigstens in erhöhtem Maße nur dann vorliegt, wenn die Vp. das Erlebnis einer Bewegung der Gegenstände hat; es scheint sich daher als Tiefenerlebnis fürs erste als Funktion des Bewegungserlebnisses darzustellen.

Unter einem Bewegungserlebnis ist das Erleben einer Ortsveränderung von Gegenständen zu verstehen. Die Ortsveränderung eines Gegenstandes ist charakterisiert durch Geschwindigkeit und Richtung der Bewegung. Ein Tiefenerlebnis als Funktion eines Bewegungserlebnisses würde also bedeuten eine Unterscheidung des Nahen und Fernen im Hinblick auf bestimmte Richtungs- und Geschwindigkeitserlebnisse.

Finden wir für diese Deutung eine Bestätigung in unseren angeführten Protokollen? D. h. folgt aus den Aussagen, daß die Vp. wirklich eine Unterscheidung des Nahen und Fernen auf Grund bestimmter Geschwindigkeits- und Richtungserlebnisse trifft?

Die Vp. sagt wörtlich: „Die Fäden bewegen sich aufeinander zu, d. h. der Zwischenraum zwischen ihnen wird kleiner. Der rechte Faden ist weiter vorn als der linke; wenn ich mich nicht bewege, sehe ich das letztere auch, aber nicht so gut. Im Laufe der Bewegung sehe ich erst, d. h. bei senkrechter Haltung des Körpers, den Zwischenraum zwischen den beiden Fäden in der Frontalebene. Je mehr ich den Körper nach links neige, um so mehr sehe ich den Zwischenraum zwischen den beiden Fäden wie in einer Ebene, die die Frontalebene in einem spitzen Winkel schneidet, d. h. der eine Faden rückt weiter nach hinten."

Diese Aussage betrifft das Erlebnis der Veränderung des Zwischenraumes; die Änderung des Zwischenraumes wird von der Vp. als perspektivische Verkürzung erlebt, d. h. das Anderswerden des Zwischenraumes ist für sie gleichbedeutend mit einem Zurücktreten des einen Fadens in den Hintergrund. Was heißt es einen Zwischenraum in seiner Veränderung erleben? Es heißt die Bewegungs*richtung* zweier Gegenstände in Bezug auf einander erleben. Denn das Erleben des Kleiner- oder Größerwerdens des Zwischenraums heißt das Erleben der Bewegung der den Zwischenraum begrenzenden Gegenstände in zweifachem Richtungssinne: Bewegung auf einander zu oder von einander weg. Nah und fern unterscheiden heißt für die Vp. hiernach die Bewegungs*richtung* zweier Gegenstände in Bezug auf einander erleben. Wie steht es nun mit dem zweiten angeführten Protokoll? Tritt uns hier vielleicht eine grundsätzlich andere Art des Tiefenerlebnisses im Falle des Erlebnisses von Scheinbewegungen entgegen?

Die Vp. sagte: „Ich sehe, daß der rechte Faden immer andere Stellen auf dem Hintergrunde verdeckt, während der linke das nicht tut. Ich sehe einen Zwischenraum zwischen dem rechten Faden und dem Hintergrund, wenn ich mich bewege, zwischen dem linken Faden und dem Hintergrund nicht. Folglich ist der rechte Faden weiter vorn als der linke."

Der erste Teil der Aussage besagt nichts anderes wie: Der rechte Faden bewegt sich, der linke nicht. Dann spricht die Vp. wieder vom Zwischenraum, allerdings diesmal nicht von dem Zwischenraum zwischen den beiden Fäden, sondern von dem Zwischenraum zwischen dem einen Faden und dem Hintergrund. Hat die Vp. diesen Zwischenraum auch in seiner Veränderung erlebt? Wenn man den bloßen Wortlaut der Aussage in Betracht zieht, wird man glauben, diese Frage verneinen zu müssen. Und doch handelt es sich hier um das Erlebnis der Veränderung des Zwischenraums. Inwiefern? Die Vp. erlebt zuerst, daß der rechte Faden immer andere Stellen auf dem Hintergrund verdeckt. D. h. sie hat im Zeitmoment $z_1$ ein Dingerlebnis, nämlich den Faden. Im Zeitmoment $z_2$ hat sie das Erlebnis des Zwischenraums zwischen dem Faden und der von ihm im Zeitmoment $z_1$ verdeckten Stelle. Dieser Zwischenraum wächst also von einem Nullwert aus, d. h. er wird in seiner Veränderung erlebt. Dieses Anderswerden des Zwischenraums ist für die Vp. gleichbedeutend mit einem Heraustreten des Fadens aus dem Hintergrund; deswegen sagt die Vp., sie *sieht* den Zwischenraum zwischen dem rechten Faden und dem Hintergrund, wenn sie sich bewegt. Der zweite Faden bewegt sich nicht, verdeckt also nicht verschiedene Stellen auf dem Hintergrunde, d. h. die Vp. hat *nicht* das Erlebnis eines sich ändernden Zwischenraums, sie sieht also keinen Zwischenraum zwischen dem linken Faden und dem Hintergrunde, der Faden ist also sozusagen mit dem Hintergrund in *einer* Ebene, d. h. der linke Faden ist weiter hinten als der rechte.

Einen Zwischenraum in seiner Veränderung erleben hieß die Bewegungs*richtung* zweier Gegenstände in Bezug auf einander erleben. Das Tiefenerlebnis tritt uns also auch in diesem Falle als ein Richtungserlebnis entgegen.

Ist es Zufall, daß die Vp. nur Aussagen gemacht hat, in denen der Tiefeneindruck mit Rücksicht auf Richtungserlebnisse produziert ist? Es handelt sich bei diesem Tiefenzeichen doch um den Tiefeneindruck im Hinblick auf ein Erlebnis der Scheinbewegung. Das Erlebnis der Scheinbewegung schließt aber ebenso Geschwindigkeits- wie Richtungserlebnisse in sich. Weshalb also sollten nicht andere Versuchspersonen bei derselben Versuchsanordnung Tiefe im Hinblick auf Geschwindigkeitserlebnisse gestalten? Dazu ist folgendes zu sagen:

*Jede* Wahrnehmung ist eine Produktion gemäß objektiven Verhältnissen, denn jeder wahrgenommene Gegenstand ist zugleich möglicher Naturgegenstand. Auch das Erlebnis der Scheinbewegung wie der Tiefeneindruck sind also Produktionen gemäß objektiven Sachverhalten. Welches sind nun in unserem Falle die objektiven Sachverhalte, d. h. was ist bei der bestehenden Versuchsanordnung objektiv gegeben?

Objektiv gegeben ist:

1. Die relative Lage zweier Fäden zu einander, die Fädenbefinden sich objektiv in Ruhe.
2. Ist objektiv gegeben die Eigenbewegung der Vp., d. h. die Bewegung des Körpers der Vp. —

Was heißt es also, daß das Erlebnis der Scheinbewegung und der Tiefeneindruck, wie sie uns in den Aussagen der Vp. entgegentreten, den oben angeführten objektiven Gegebenheiten gemäß sind?

Der Theoretiker sagt, die Vp. hat einen Bewegungseindruck, wenn die Außengegenstände sich wirklich objektiv bewegen, und die Vp. uns sagt: die Gegenstände bewegen sich. In unserem Falle sagt die Vp. auch: „die Gegenstände bewegen sich". Aber in Wirklichkeit, d. h. objektiv, bewegt sich draußen nichts, sondern die Vp. bewegt sich. Die Vp. hat auch in diesem Falle gemäß objektiven Verhältnissen produziert, denn ihre Eigenbewegung ist ja objektiv vorhanden, aber sie hat diese Eigenbewegung sozusagen nach außen verlegt, d. h. sie erlebt ihre Eigenbewegung als eine Bewegung der Außengegenstände. In diesem Falle spricht man von einer Scheinbewegung zum Unterschiede von dem ersten angeführten Typ eines Bewegungserlebnisses. Damit ist diejenige Art einer Scheinbewegung bestimmt, deren Voraussetzung in der Eigenbewegung der Vp. zu erblicken ist. Wie steht es nun mit dem Tiefeneindruck im Falle einer solchen Scheinbewegung? Warum erlebt die Vp. nicht Tiefe mit Bezug auf Geschwindigkeitserlebnisse, die sie selbstverständlich auch im Falle des Erlebnisses der Scheinbewegung von Gegenständen hat? Diese Art der Produktion der Tiefe wäre doch wohl auch durchaus dem objektiven Sachverhalt, nämlich der Eigenbewegung des Körpers der Vp., gemäß.

Wir hatten gesehen: Tiefe erleben war für die Vp. gleichbedeutend mit dem Erlebnis der Veränderung des Zwischenraums. Tiefe erleben bedeutete also eine Veränderung an Räumlichem erleben. Die Veränderung am Räumlichen ist aber immer zugleich eine Veränderung *im* Räumlichen, d. h. mit Bezug auf räumliche Koordinaten, d. h. mit Bezug auf Richtung. Deshalb also ist für die Vp. das Erfassen der Tiefe gleichbedeutend mit dem Erlebnis der Bewegungs*richtung* des Gegenstandes.

Die Geschwindigkeit, mit der die Bewegung, d. h. die Veränderung am Räumlichen, vor sich geht, wird natürlich auch von der Vp. erlebt, aber sie charakterisiert den Eindruck der räumlichen Veränderung, d. h. den Tiefeneindruck als solchen, nicht. Denn das raumhafte Aussehen ist unabhängig davon, mit welcher Geschwindigkeit die Veränderung am Räumlichen vor sich geht. Dagegen ändert sich das raumhafte Aussehen je nach der Bewegungsrichtung, d. h. je nach der Raumkoordinate, mit Bezug auf welche Veränderung vor sich geht. Deshalb kommt Tiefe nicht mit Bezug auf Geschwindigkeitserlebnisse, wohl aber mit Bezug auch Richtungserlebnisse zum Bewußtsein.

Dieser Tiefeneindruck unterscheidet sich *wesentlich* von den früher behandelten Typen des Erfassens von Tiefe. Denn das Erlebnis der Tiefe als einer Veränderung am Räumlichen fordert eine Betrachtung im Sinne des Nacheinander, d. h. Tiefe *wird*, sie wächst z. B. von einem Nullwert aus. (Siehe Aussage 2 u. S. 34.)

Das Nacheinander, d. h. der Zeitablauf, ist aber gerade ein wesentliches Bestimmungselement der Körperbewegung der Vp. Der Tiefeneindruck wird also verständlich mit Rücksicht auf die Körperbewegung der Vp., oder anders ausgedrückt: der Tiefeneindruck ist der Körperbewegung der Vp. „gemäß". Die objektiv vorliegende Eigenbewegung der Vp. findet in dem Erlebnis des *Werdens* der Tiefe ihre subjektive Repräsentation. So kommt Tiefe zum Bewußtsein im Zusammenhang mit dem Erlebnis der Scheinbewegung von Gegenständen, d. h. im Zusammenhang mit dem Erlebnis der Bewegung des eigenen Körpers.

Mit der Behandlung dieses Tiefenmotivs „Beobachtungen bei bewegtem Kopf und Körper", hat die Untersuchung der ersten Gruppe der Tiefenmomente ihren Abschluß gefunden. Sie sollte im besonderen einer kritischen Auseinandersetzung mit der Tiefenzeichentheorie Helmholtzens dienen.

Wir kommen jetzt zu dem zweiten Teil unserer Betrachtungen, in dem näher auf die nativistische Tiefentheorie Herings eingegangen werden soll; natürlich wird auch jetzt noch von der empiristischen Theorie Helmholtzens zu sprechen sein, aber doch nur in zweiter Linie.

Die jetzt zu behandelnden Tiefenmotive „Querdisparation, Konvergenz und Akkomodation" fordern eine besondere Art der Darstellung:

Bei allen vorangegangenen Tiefenzeichen war der Tiefeneindruck vollkommen unabhängig davon, ob die Betrachtung monocular oder binocular war. Für die jetzt in Rede stehenden Zeichen hängt der Tiefeneindruck *wesentlich* davon ab, daß binoculare Betrachtung vorliegt. Gerade die Kombination *zweier* Netzhautbilder zu einem einheitlichen Anschauungsbild soll ja den Tiefeneindruck erklären sowohl bei dem Sachverhalt der queren Disparation als bei dem der Konvergenz und Akkomodation. Wir wollen zunächst bei der ersten dieser Erscheinungen bleiben. Der Tiefeneindruck soll also seine Klärung finden im Hinblick auf den Sachverhalt der queren Disparation.

Helmholtz bezeichnet diese Erscheinung als binoculare Parallaxe, Hering spricht von binocularer Tiefenwahrnehmung auf Grund der Disparation zusammengehöriger Netzhautbilder. Die Betrachtungen beider stimmen in ihrem Ergebnis überein, nur sind die Gründe, die diese beiden Forscher für jene Erscheinungen anführen, durchaus verschieden. Welches sind die Tatsachen? Die Kombination zweier Netzhautbilder zu *einem* Anschauungsbild findet ihren Ausdruck in der Tatsache, daß zu jedem Punkt auf der einen Netzhaut ein Punkt auf der anderen Netzhaut derart gehört, daß die Bilder

solcher korrespondierender Punkte im Gesichtsfelde zusammenfallen; die Bilder nicht korrespondierender Punkte fallen der Regel nach auseinander. Korrespondierend liegen solche Punkte auf der Netzhaut, die gleich weit nach links oder rechts oben oder unten vom Fixationspunkt (Stelle des deutlichsten Sehens, fovea) entfernt sind. Punkte, die zwar gleich weit nach links oder rechts aber verschieden weit nach oben oder unten liegen, also verschiedene Höhe haben, nennt man längsdisparate Punkte; diejenigen, die gleiche Höhe, aber verschiedene Breite haben, nennt man querdisparate Punkte.

Es ist nun von Helmholtz, Hering, Panum, Nagel und noch anderen Forschern experimentell festgestellt worden, daß die Abbildung eines Gegenstandes auf querdisparaten Netzhautpunkten von Einfluß auf die Tiefenwahrnehmung ist, während die Abbildung auf längsdisparaten Netzhautstellen für den Tiefeneindruck bedeutungslos ist. Alle Gegenstände nämlich, welche sich auf korrespondierenden oder nur längsdisparaten Punkten der Netzhaut abbilden, werden in *einer* Ebene gesehen, der sogenannten Kernfläche, von der Hering behauptet, sie sei eine vollkommene Ebene, an der Helmholtz dagegen eine kleine Krümmung feststellen zu können glaubt, doch ist diese Meinungsverschiedenheit für unsere Betrachtungen ganz unwesentlich. Alle Gegensände, die sich auf querdisparaten Netzhautpunkten abbilden, erscheinen dagegen vor oder hinter der Kernfläche, je nachdem es sich um eine gekreuzte oder ungekreuzte Disparation handelt. Die Kernfläche scheidet also im Sehraum das mit gekreuzter Disparation Gesehene von dem mit ungekreuzter Disparation Gesehenen. Je größer die quere Disparation zweier Netzhautbilder ist, desto weiter erscheint das entsprechende Sehding hinter oder vor der Kernfläche.

Es war in früherem gesagt worden, daß alles auf disparaten Netzhautstellen Abgebildete im Sehraum doppelt erscheine, im Gegensatz zu dem auf korrespondierenden Netzhautstellen Abgebildeten, das einfach erscheint. Doch ist jene Unterscheidung nicht ganz streng durchzuführen. Es brauchen nämlich nicht immer Doppelbilder aufzutreten, wenn ein Gegenstand sich auf disparaten Stellen abbildet; das ist erst der Fall, wenn die Disparation ein gewisses Maß überschreitet. Man versteht unter dem Maß der queren Disparation die Differenz der Breitenwerte der beiden disparaten Längsschnitte, welchen ein Punktepaar angehört.

Die quere Disparation ist also, sofern sie ein gewisses Maß nicht überschreitet, d. h. solange noch keine Doppelbilder auftreten, von Einfluß auf das Erleben von Entfernungsunterschieden. Hering hat diesen Sachverhalt in seiner Abhandlung „Über die Gesetze der binocularen Tiefenwahrnehmung“ [26]) wie folgt ausgedrückt: „Alle einfach gesehenen, gekreuzten Bilder, welche auf Längsschnittpaaren

[26]) Hering: Die Gesetze der binocularen Tiefenwahrnehmung. Archiv. für Anat. u. Physiol. 1865.

von gleich großer Disparation liegen, erscheinen in einer und derselben Entfernung *vor* der Kernfläche des Sehraums, und alle sich ebenso verhaltenden, ungekreuzten Bilder in einer und derselben Entfernung *hinter* jener Fläche."

Eine ungekreuzte quere Disparation liegt vor, wenn das Bild des Gegenstandes auf der rechten Netzhaut im Vergleich zum Bilde im linken Auge zu weit nach links liegt, um korrespondierend sein zu können. Liegt das Bild eines Gegenstandes auf der rechten Netzhaut im Vergleich zum linken Netzhautbilde zu weit nach rechts, so spricht man von einer gekreuzten Disparation zweier Netzhautbilder. Die beiliegende Zeichnung [27]) erläutert den Sachverhalt. Der von Hering, Helmholtz und vielen anderen experimentell gefundene Satz besagt also, daß der scheinbare Abstand eines einfach gesehenen Gegenstandes von der Kernfläche abhängig ist von der Größe der Disparation derjenigen Längsschnitte, auf welchen die Bilder des Gegenstandes liegen.

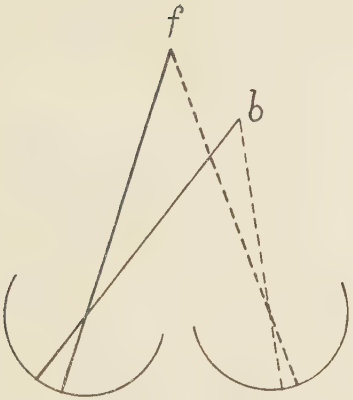
Auf sehr verschiedene Weise haben nun Helmholtz und Hering dieses Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem physiologischen Tatbestand der Querdisparation und dem Erleben von Entfernungsunterschieden zu klären versucht.

Für Helmholtz als den Vertreter der empiristischen Theorie wird auch im Zusammenhang mit dem Sachverhalt der Querdisparation das Problem des *Tiefenzeichens* aktuell. Während er aber in allen vorher behandelten Motiven etwas *Wahrgenommenes* (Überschneidung von Konturen, Licht und Schatten usw.) als Zeichen für die Tiefe in Ansatz bringt, erachtet er im Zusammenhange mit dem Sachverhalt der Querdisparation, der Konvergenz und Akkomodation *Empfindung* als das Mittel, aus dem auf die wirkliche Anordnung im Raum geschlossen wird. Die Empfindung ist also dem Erlebenden Zeichen für das, was wirklich vorliegt. „Denn wir nehmen nie die Gegenstände der Außenwelt unmittelbar wahr, sondern wir nehmen nur die Wirkungen dieser Gegenstände auf unsere Nervenapparate wahr." [28])

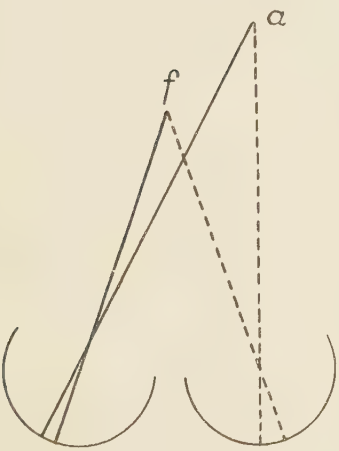
Wir haben also erfahrungsgemäß gelernt, daß die Empfindung, die wir bei Abbildung auf korrespondierenden Punkten haben, einen Gegenstand in ganz bestimmter Entfernung vor uns bedeutet. „Denn wir wissen durch tägliche Erfahrung, wie wir den Arm ausstrecken müssen, um einen hellen Gegenstand, den wir fixieren, entweder zu berühren oder unsern Augen zu verdecken. Wir können also direkt durch solche Bewegungen die Richtung im Sehfelde ermitteln, wo sich die Objekte befinden, und wir lernen die besonderen Lokalzeichen der Empfindung zu verbinden mit dem Ort im Sehfelde, an dem das Objekt erscheint." [29])

---

[27]) Siehe Hermanns Handbuch der Physiol. III, 1. Seite 396.
[28]) Helmholtz: Vorträge und Reden, Band 1. „Über das Sehen des Menschen." S. 115.
[29]) Helmholtz: Physiol. Optik., § 28, S. 681.




Gekreuzte Disparation




Ungekreuzte Disparation

Die Gleichheit der Lokalisation korrespondierender Bilder (nämlich in *einer* Ebene, der sogenannten Kernfläche) beruht also nach Helmholtz auf dem Augenmaß, d. h. auf einer durch Erfahrung eingeübten Abschätzung der Distanzen, also einer erworbenen Kenntnis der Bedeutung der Lokalisationszeichen. Unter den Lokalzeichen unserer Gesichtsempfindungen versteht Helmholtz ihre Verschiedenartigkeit je nach der verschiedenen räumlichen Anordnung der sie auslösenden Nervenfasern.

Wenn nun ein Gegenstand sich auf querdisparaten Netzhautpunkten abbildet, wenn also die beiden Netzhautbilder des betrachteten Gegenstandes nicht mehr kongruent, besser gesagt auffallend inkongruent sind, so kommt diese Verschiedenartigkeit der Netzhautbilder natürlich zum Bewußtsein, allerdings nicht so, daß wir ein Bewußtsein davon hätten, mit welchem Auge wir das eine oder das andere Bild sehen; es wird aber jedenfalls durch diese Verschiedenartigkeit der Netzhautbilder eine andere Empfindung ausgelöst als bei der Abbildung auf korrespondierenden Punkten. Die Andersartigkeit der Empfindung ist dem Erlebenden dann ein Zeichen für eine andere Lokalisation des wargenommenen Gegenstandes im Raum. Der Erlebende unterscheidet also sehr wohl die Empfindung, die durch gekreuzte Disparation ausgelöst wird, von der, die durch ungekreuzte Disparation zustande kommt; denn die Inkongruenzen der beiden Netzhautbilder sind ja in beiden Fällen durchaus verschieden. Helmholtz meint also: Die Beurteilung der Entfernungsunterschiede hängt von der Vergleichung verschiedener Netzhautbilder ab, wobei aber wohl zu verstehen ist, daß die Differenzen der Bilder in beiden Sehfeldern als solche nicht zum Bewußtsein kommen, sondern nur die Unterschiede der Tiefendimension, die von jenen Unterschieden abhängen, aufgefaßt und geschätzt werden.[30])

Die Heringsche Theorie steht zu der oben skizzierten in starkem Gegensatz. Hering hält die räumliche Auslegung unserer Empfindung nicht für etwas Erworbenes wie Helmholtz, sondern für das unmittelbare Ergebnis der Empfindungen selbst. Es gibt also seiner Meinung nach eine unmittelbare Raumempfindung, d. h. die Empfindung selbst hat einen räumlichen Charakter, einen sogenannten „Tiefenwert".

Den verschiedenen Netzhautpunkten kommen neben ihren Höhen- und Breitenwerten auch noch Tiefenwerte zu, und zwar bezeichnet Hering den Abstand eines Netzhautpunktes von der vertikalen Trennungslinie nach innen oder außen, d. h. nasen- oder schläfenwärts, als seinen Tiefenwert, der positiv ist, wenn der Punkt nach innen negativ, wenn er nach außen von der Trennungslinie liegt. Netzhautstellen, die gleich weit schläfen- oder nasenwärts, d. h. symmetrisch in Bezug auf die Medianebene des Körpers liegen, haben

[30]) Helmholtz: Phys. Optik, § 30, S. 787.

also identische Tiefenwerte, sind deshalb aber keineswegs identische, d. h. korrespondierende Punkte.

Hering hat nun experimentell festgestellt, daß Bilder, welche den äußeren Netzhauthälften angehören, *vor* der Kernfläche und um so mehr von ihr abstehend gesehen werden, je weiter ihre Netzhautbilder von der vertikalen Trennungslinie abweichen, und daß andrerseits Bilder, welche den inneren Netzhauthälften angehören, jenseits der Kernfläche erscheinen und um so mehr, je weiter die bezüglichen Netzhautbilder von der vertikalen Trennungslinie abliegen.

Hering gibt dieser Tatsache in folgendem Satz Ausdruck: „Die positive oder negative scheinbare Tiefe eines Gegenstandes, d. h. sein scheinbarer Abstand jenseits oder diesseits der Kernfläche des Sehraums, ist abhängig vom Tiefenwerte des bezüglichen Netzhautbildes, nämlich von dessen Lage nach innen oder außen von der vertikalen Trennungslinie." [31])

Hering will also in diesem Satz das Erleben von Entfernungsunterschieden durch die Annahme solcher hypothetischer Tiefenwerte begründen. Er glaubt, den Grund für die binoculare Tiefenwahrnehmung in der räumlichen Struktur der Netzhaut zu finden, deshalb muß er auch annehmen, daß die Tiefenwahrnehmung ursprünglich, d. h. angeboren ist.

Hering hält also den Akt der Tiefenwahrnehmung für geklärt, sofern er einen physiologischen Sachverhalt aufzeigen kann, der als Ursache oder als Bedingung jenes Wahrnehmungsaktes angesehen werden kann. Der physiologische Tatbestand und der Tiefeneindruck verhalten sich seiner Meinung nach zu einander wie Ursache und Wirkung, zum mindesten aber wie Bedingung und Bedingtes.

Es wird später zu zeigen sein, daß ein solch einseitiges Bedingungsverhältnis zwischen physiologischem Sachverhalt und psychischem Akt nicht statthaben kann, jedenfalls aber hat Hering erkannt, daß ein enger Beziehungssachverhalt zwischen dem physiologischen Vorgang und dem Wahrnehmungsakt besteht.

An dieser Stelle sei noch der Stumpfschen Theorie der Raumwahrnehmung gedacht. Stumpf ist ebenso wie Hering der Meinung, daß Tiefe direkt empfunden wird und in diesem Sinne ursprünglich ist. Es handelt sich also für ihn nicht um Tiefenwahrnehmung, sondern um Tiefenempfindung.

Stumpf beweist seine Behauptung nicht, indem er wie Hering auf eine besondere physische Verursachung hinweist. Er versucht den Beweis für die Ursprünglichkeit der Tiefenwahrnehmung vielmehr auf folgende Weise zu erbringen:

Es steht fest, daß es sich im Farbeneindruck um eine Empfindungsqualität handelt. Nun kann Farbe nicht ohne räumliche Ausdehnung vorgestellt werden, d. h. Farbenqualität und räumliche

[31]) Hering: Die Gesetze der binocularen Tiefenwahrnehmung. Archiv für Anat. u. Physiol. 1865. Seite 154.

Ausdehnung schließen sich ihrem Begriff nach ein. Hieraus folgt, daß zum mindesten die Fläche direkt empfunden wird. Nun schließt aber der Begriff der Fläche den der Tiefe ein; denn die unmittelbar empfundene Fläche ist entweder eben oder gekrümmt. „Ebenheit und Krümmung aber involvieren die 3. Dimension."

Was ist zu dieser Beweisführung von Stumpf zu sagen? Stumpf glaubt, weil der Begriff der Farbempfindung sich nicht loslösen läßt von dem Begriff des Raumes, handle es sich in dem Eindruck der Räumlichen auch um einen Empfindungssachverhalt. Wir haben gezeigt, daß überall da, wo eine Farbempfindung vorliegt, auch der Eindruck des Räumlichen da ist; daraus folgt aber noch lange nicht, daß das Räumliche ebenso wie die Farbenqualität *empfunden* wird. Empfindung ist nur *ein* Moment an diesem Gesamteindruck (des Räumlichen *und* der Farbenqualität). Das Erlebnis der Farbenqualität wird in der wissenschaftlichen Verfahrungsweise innerhalb dieses Gesamtkomplexes isoliert, ebenso muß auch die erlebnismäßige Einstellung auf das Räumliche gesondert betrachtet werden. Diese Isolierung muß die Wissenschaft vollziehen, so gewiß Quantität und Qualität schon ihrem Begriff nach gänzlich verschieden sind. Es bedarf also zur Charakteristik des *räumlichen* Momentes in dem Gesamteindruck einer besonderen Bezeichnung: der Wahrnehmung. Räumliches wird also nicht empfunden, sondern wahrgenommen.

Bei Helmholtz, der ja die Ursprünglichkeit der Tiefenwahrnehmung durchaus ablehnt, wird mit Bezug auf Querdisparation nicht wie bei Hering die Beziehung zwischen Tiefeneindruck und physiologischem Vorgang Problem, sondern die Beziehung zwischen dem Sachverhalt der Empfindung und dem Akt des Schließens auf Tiefe. Helmholtz schaltet den physiologischen Tatbestand in diesem Beziehungssachverhalt absichtlich aus und begründet das, indem er anführt, daß ja derjenige, der einen Tiefeneindruck hat, im allgemeinen absolut nichts weiß von dem physiologischen Vorgang im Auge. Da nun aber der Tiefeneindruck ein Bewußtseinsvorgang ist, so kann er nach Helmholtzens Ansicht jedenfalls nicht durch einen Bezug auf den physiologischen Sachverhalt geklärt werden, der ja gar nicht zum Bewußtsein kommt. Helmholtz hat also die Unzulässigkeit des Schlusses von der Struktur des physiologischen Korrelats auf einen spezifischen Akt erkannt und ist hierin Hering gegenüber im Recht. Indessen eine so völlige Ausschaltung des physiologischen Tatbestandes, wie Helmholtz sie für geboten hält im Hinblick auf eine Klärung des Tiefeneindrucks, ist auch nicht angängig, weil die Empfindung nur in Bezug auf das gereizte Organ zu definieren ist.

Der Reiz bestimmt sich, wie ja schon in früherem gezeigt worden ist, als Bezug eines physikalischen Vorgangs auf ein Organ. Wenn ich den physikalischen Vorgang mit G, das physiologische Korrelat, also das Organ, den Sinnesnerv mit N bezeichne, so bedeutet die Beziehung zwischen G und N den Sachverhalt des

Reizes G ↔ N. In der Empfindung bezieht sich nun der Erlebende auf sein gereiztes Organ, d. h. er stellt eine Beziehung I ↔ N ↔ G her. (I = Erlebender = Ich.)

Nach Helmholtzens Ansicht würde nun bei querdisparater Abbildung der Tiefeneindruck dadurch zustande kommen, daß dieser Empfindungssachverhalt dem Erlebenden als Zeichen für die wirkliche räumliche Anordnung dient.

Kann dies der Fall sein, oder liegt auch hier wie in den früher angeführten Motiven eine *unmittelbare* Tiefenwahrnehmung vor?

Wir wollen zeigen, daß auch im Hinblick auf Querdisparation nicht von einem durch Zeichen vermittelten Tiefenerlebnis die Rede sein kann. Wir dürfen uns aber dabei nicht auf das berufen, was wir in den früher behandelten Fällen gegen ein solch mittelbares Erleben der Tiefe gesagt haben, denn dort handelte es sich um eine andere Art Zeichen als jetzt. *Wahrgenommenes* (Momente im Bilde) war dort Zeichen für die Tiefe, Wahrgenommenes aber steht in einer ursprünglichen Beziehung zum Raum, und darum konnten Überschneidung v. Konturen, Licht und Schatten usw. die Tiefe nicht erst vermitteln, sondern waren selbst verschiedene Typen des Erlebens von Tiefe. (Siehe S. 12.) Im Falle der Querdisparation soll *Empfindung* Zeichen für die Tiefe sein. Nehmen wir mit Helmholtz an, es liegt im Hinblick auf Querdisparation eine bestimmte Gesichts*empfindung* (das ist also ein Sinneseindruck) vor, dann liegt auch notwendig ein *wahrnehmendes* Verhalten seitens des Erlebenden vor. Er ist schon früher (S. 20) gezeigt worden, daß ein Sinneseindruck sich niemals *entweder* als Empfindung, *oder* als Wahrnehmung bestimmt, sondern daß im Sinneseindruck stets Empfindung und Wahrnehmung *zugleich* vorliegen, weil Empfindung und Wahrnehmung zwei verschiedene Betrachtungsweisen desselben Beziehungssachverhaltes I ↔ N ↔ G sind, durch welchen sich ja der Sinneseindruck bestimmt.

Es liegt also im Hinblick auf Querdisparation nicht nur eine Empfindung (von der Helmholtz nur redet), sondern auch eine Wahrnehmung vor. Dieses wahrnehmende Verhalten muß als aktuelle d. h. erlebte Bezugnahme auf den objektiven Tatbestand (im Schema mit G bezeichnet) eben jenem objektiv Vorliegenden *„gemäß"* sein. Die Wahrnehmung ist im Falle der Querdisparation „gemäß" objektivem Sachverhalt bedeutet, sie ist gemäß dem objektiven Gliederungsmoment des Raumes, welches gegeben ist durch die Konstruktion der Horopterfläche. Alle Gegenstände, die objektiv in der Horopterfläche liegen, werden in einer Fläche „der Kernfläche" gesehen. Die objektiven Verhältnisse finden also in einem bestimmten wahrnehmenden Verhalten ihren Ausdruck. Es wird nicht den objektiven Verhältnissen *entsprechend* gesehen, sondern die objektiven Verhältnisse werden im Erleben umgestaltet. Die eine Ebene, genannt Kernfläche, in der alle objektiv auf der Horopterfläche liegenden Gegenstände gesehen werden, ist nicht

geometrisch konstruiert, sondern psychisch produziert. Sie ist ein ganz besonderer psychologischer Ausdruck für die Tatsache, daß im Raum nach dem Prinzip von „vor und hinter" lokalisiert wird. Nur das wird vor und hinter der Kernfläche lokalisiert, was querdisparat abgebildet ist und umgekehrt, nur das ist in einer bestimmten Art querdisparat abgebildet, was vor und hinter der Kernfläche lokalisiert wird.

Es bedarf also nicht eines zwischen Ich und Gegenstand liegenden Zeichens, wie Helmholtz es benötigt, um den Tiefeneindruck im Hinblick auf den physiologischen Vorgang der Querdisparation zu klären. Denn die in Frage stehende Art des Reizes, also die querdisparate Reizung, ist überhaupt nur möglich mit Bezug auf ein Tiefe wahrnehmendes Ich. Von einem Ich sprechen, welches des Zeichens für die Tiefe bedürfte, bedeutete von einem psychischen Verhalten reden ohne Rücksicht auf die dabei bestehenden Reizverhältnisse. Es würde dann also auch die Frage der Querdisparation im Hinblick auf den Tiefeneindruck gar nicht aktuell werden; denn mit dem Worte „Querdisparation" werden ja nur Reizvorgänge unter bestimmten Bedingungen bezeichnet. Für Helmholtz ist zwar natürlich die Erscheinung der Querdisparation auch ein bestimmter Reizvorgang, in seinem Theorem aber hat die Erscheinung der Querdisparation nicht mehr die Bedeutung, die ihr als Reizvorgang zukäme. Sie entscheidet nämlich dort nicht *mit* über die Besonderheit des Aktes als Tiefenwahrnehmung, was für die querdisparate Abbildung als Reizvorgang zu fordern ist. In dem Helmholtzeschen Theorem ist sowohl der Reizvorgang der Querdisparation wie der der Abbildung auf korrespondierenden Stellen nur der Anlaß, um die *Verschiedenheit der Zeichen* (das sind die Empfindungen) zu begründen, welche der jeweiligen wirklichen Anordnung der Dinge im Raum zugeordnet sind. Wird die Querdisparation als Reizvorgang in ihrer Bedeutung für den Tiefeneindruck richtig erkannt (vergleiche S. 43), so ist mit Bezug darauf ein Wahrnehmungseindruck als Tiefeneindruck hinreichend begründet. Von einem allmählichen Erlernen von Tiefenzeichen ist abzusehen, die Zeichen erübrigen sich.

Wir kehren nun zu dem Heringschen Theorem zurück, wonach der physiologische Sachverhalt der Querdisparation als Ursache oder als Bedingung jenes Aktes der Tiefenwahrnehmung angenommen werden muß. Ein solch einseitiges Verhältnis zwischen Physischem und Psychischem kann aber nicht statthaben. Die Gründe hierfür sind folgende: Im Sinneseindruck ist der Erlebende aktuell gerichtet auf den Reiz, daher muß in der Art des Sinneseindrucks irgendwie die Besonderheit des Reizes zum Ausdruck kommen. In dem Akt ist also der Hinweis auf bestimmte physische Verhältnisse gegeben; es gilt aber auch das Umgekehrte: Bestimmte physiologische Vorgänge, wie z. B. die Querdisparation, verweisen auf spezifische Wahrnehmungsakte, z. B. einen bestimmten Tiefen-

eindruck, weil ja der Erlebende in seinem Verhalten der Besonderheit des Reizes Rechnung tragen muß.

Wenn die Beziehung zwischen Reiz und wahrnehmendem Verhalten einseitig wäre, dann hätte Hering recht mit seinem Schluß vom physiologischen Vorgang auf den Wahrnehmungsakt. Es handelt sich hier aber um eine Korrelation: Die Variation der gereizten Netzhautstellen charakterisiert eine typische Art des Tiefensehens, und umgekehrt: Hat eine Vp. bestimmte Tiefeneindrücke, so ist damit die Variation der gereizten Netzhautpunkte festgelegt. Eine Reizreihe ist also schon der Ausdruck eines bestimmten Verhaltens, und in diesem Sinne „verweist" ein bestimmtes Verhalten auf einen bestimmten Reiz. Es liegt also zwischen dem physiologischen Vorgang der Querdisparation und dem binocularen Tiefeneindruck kein Bedingungssachverhalt vor, wie Hering meint.

Es verbirgt sich in dem Hinweis auf angeborene, weil durch die Beschaffenheit der Netzhaut bedingte Tiefenempfindung eine irrtümliche Auffassung von der Bedeutung der Querdisparation für den Tiefeneindruck, ebenso in dem Theorem des Erlebens der Tiefe mittels Zeichen. (Helmholtz.) Was die Querdisparation als Reizvorgang wirklich für den Tiefeneindruck bedeutet, ist oben klargelegt worden. Damit hat dieses Tiefenzeichen seine Erledigung gefunden.

Neben der Querdisparation werden allgemein auch noch Akkomodation und Konvergenz als Mittel der binocularen Tiefenwahrnehmung angesehen. Diese beiden Motive werden allerdings in ihrer Bedeutung für den Tiefeneindruck von den verschiedenen Forschern sehr verschieden gewertet. Hering mißt Akkomodation und Konvergenz im Hinblick auf das Tiefenerlebnis so gut wie gar kein Gewicht bei. Helmholtz dagegen faßt diese Motive als durchaus selbständige und vollwertige Zeichen für das Erleben der Tiefe auf. Die Gründe für diese Gegensätzlichkeit der Meinungen sollen später erörtert werden. Vorerst muß festgestellt werden, was unter Akkomodation und Konvergenz zu verstehen ist.

Über die Akkomodation sagt Helmholtz folgendes: „Die eigentümliche Veränderung, welche im Zustande des Auges vor sich geht, um bald nahe, bald ferne Gegenstände deutlich zu sehen, nennt man die Akkomodation des Auges für die Entfernung des Objekts." [32]) Die eigentümliche Veränderung, von der Helmholtz hier redet, besteht in einer Abplattung oder Wölbung der Linse, je nachdem ein ferner oder ein naher Gegenstand deutlich gesehen werden soll. Diese Deformierung der Linse bewirkt eine Änderung des Strahlenganges im Auge, so daß infolge der passenden Deformation der Linse stets ein deutliches Bild des gesehenen Gegenstandes auf der Netzhaut entsteht, ganz gleich, ob der Gegenstand sich in großer oder geringer Entfernung vom Auge befindet.

---

[32]) Helmholtz: Physiol. Optik, S. 114.

Wenn nun ein Gegenstand deutlich gesehen wird, d. h. sich auf der Stelle des deutlichsten Sehens (fovea) abbildet, so schneiden sich die Gesichtslinien beider Augen (das sind die Linien, die vom Außenpunkt zum Bildpunkt auf der fovea gehen) im Außenpunkt, und zwar konvergieren sie um so stärker, je näher dieser Außenpunkt dem Auge liegt. Betrachtet man einen sehr fernen Gegenstand, so gehen die Gesichtslinien nahezu parallel. Um also nacheinander Gegenstände zu betrachten, die sich in verschiedener Entfernung vom Auge befinden, ist eine Änderung der Konvergenz der Gesichtslinien nötig; diese Konvergenzänderung wird durch Augenbewegungen bewirkt. Diese Augenbewegungen also, die eine Änderung der Konvergenz hervorrufen, sollen für den Tiefeneindruck von Bedeutung sein.

Und zwar meint Helmholtz, daß die Muskelanstrengung, die zu einer solchen Augenbewegung notwendig ist, als Empfindung bewußt wird, und daß wir gelernt haben, diese Empfindung als Zeichen im Sinne der Tiefe zu werten. Wir haben also nach Helmholtz ein Gefühl für den Grad der Konvergenz der Gesichtslinien, wenn dieses Gefühl auch nicht sehr bestimmt, sondern ziemlich unsicher ist. „Nichtsdestoweniger würde die Beurteilung der *absoluten* Entfernung eines zweiäugig gesehenen Gegenstandes, wenn alle anderen Mittel der Schätzung fehlen, vollzogen werden können mittels des Gefühls für den Grad der Konvergenz, in die unsere auf das Objekt gerichteten Blicklinien sich stellen.“ [33])

Die Konvergenz dient also zur Beurteilung *absoluter* Entfernungen, die Akkomodation hingegen läßt uns nur *Entfernungsunterschiede* beurteilen und auch diese nur sehr unsicher. Im übrigen aber wird die Akkomodationsanstrengung von uns in derselben Weise als Zeichen gedeutet wie die Konvergenzempfindung. Helmholtz sagt hierüber: „Es ist kein Zweifel darüber, daß jemand, der seine Akkomodationsveränderungen beobachtet, und das Muskelgefühl der dazu gehörigen Anstrengung kennt, imstande ist anzugeben, ob er bei der Fixierung eines Gegenstandes für große oder kleine Schweiten akkomodiert. Aber die Beurteilung der Entfernung vermöge dieses Hilfsmittels ist äußerst unvollkommen. Über *absolute* Entfernungen können so gut wie gar keine Angaben gemacht werden, wohl aber zeigt es sich, daß mittels veränderter Akkomodation erkannt werden kann, ob sich der Gegenstand entfernt oder genähert hat.“ [34])

Die Akkomodation kommt als alleiniges Mittel zur Beurteilung der Entfernung nur bei monocularem Sehen in Frage, bei binocularem Sehen tritt sie immer zusammen mit der Erscheinung der Konvergenz auf. Die Gesetzmäßigkeit dieser Verbindung beruht nach Helmholtz auf Einübung, andere Forscher führen andere Gründe an, doch ist diese Frage für unser Problem unwesentlich.

[33]) Helmholtz: Physiol. Optik, S. 795.
[34]) Helmholtz: Physiol. Optik, § 30, S. 778.

Jedenfalls ist die Tatsache, daß wir Konvergenz- und Akkomodationsanstrengungen gleichzeitig vollführen, der Grund dafür, daß diese beiden Erscheinungen als Motive für den Tiefeneindruck immer zusammen abgehandelt werden. Helmholtz erkennt dabei dem Problem der Akkomodation geringere Bedeutung zu als dem der Konvergenz.

Hering dagegen behauptet, die Akkomodation habe nur dann einen Einfluß auf die Tiefenwahrnehmung, wenn monoculare Betrachtungsweise vorliegt und alle Erfahrungsmotive ausgeschaltet sind, die Konvergenz aber sei überhaupt kein Mittel der Lokalisation, Denn jede Konvergenzänderung, das ist also jede Änderung des Fixationspunktes, wird nach Hering eingeleitet und veranlaßt durch eine Ortsveränderung der Aufmerksamkeit. Was Hering damit meint, wird am besten aus seinen eigenen Worten klar: „Die Bewegungen des Blickpunktes werden veranlaßt und geleitet durch Ortsveränderungen der Aufmerksamkeit. Zieht ein zunächst indirekt gesehenes Objekt die Aufmerksamkeit auf sich, so wird durch diesen Ortswechsel der Aufmerksamkeit und das Streben, das Objekt deutlich zu sehen, die entsprechende Blickbewegung ohne unser weiteres Zutun ausgelöst. Die Wanderung der Aufmerksamkeit setzt die Wanderung des Blickpunktes. Ehe also noch die Blickbewegung beginnt, ist der Ort, der das Ziel derselben bildet, bereits im Bewußtsein und von der Aufmerksamkeit erfaßt. Die Lage dieses Ortes im Sehraum bestimmt die Richtung und Größe der Blickbewegung.“ [35])

Diese Ortveränderung der Aufmerksamkeit bedeutet also nichts anderes, als daß dem Erlebenden ein zunächst indirekt gesehener Gegenstand bewußt wird. Dieser psychische Akt ist aber nach Hering eben ein Akt der Lokalisation, denn der indirekt gesehene Gegenstand wird vermöge der Tiefenwerte der gereizten Netzhautstellen entweder in der Kernfläche oder davor oder dahinter gesehen, je nachdem korrespondierende oder querdisparate Punkte gereizt sind. Wenn ich meine Aufmerksamkeit auf einen indirekt gesehenen Gegenstand richte, so heißt das demnach: ich weiß um seine Lage im Raum, d. h. ich lokalisiere. Durch die Lokalisation wird der Blickbewegung (das ist eben die Konvergenzänderung) erst ihr Ziel und ihre Richtung bestimmt. Die Konvergenzänderung ist also keineswegs von Einfluß auf den Tiefeneindruck, vielmehr muß ihr stets ein Akt der Lokalisation, d. h. ein Tiefeneindruck, vorangehen. Das Tiefenerlebnis ist geradezu die Bedingung jeder Konvergenzänderung. Hering setzt also den Tiefeneindruck als Lokalisationsakt einer Ortsveränderung der Aufmerksamkeit gleich, diese aber soll bedingt sein durch die objektive Größe und Lage eines Gegenstandes im Raum. Denn die Wanderung der Aufmerksamkeit wird ja dadurch veranlaßt, daß ein zunächst indirekt

[35]) Hering: Der Raumsinn u. d. Bew. d. Auges, Kap. 12. Hermanns Handbuch der Physiol. III, 1. S. 534.

gesehener Gegenstand die Blickbewegung reguliert. Diese Aufmerksamkeitsänderung ist also kein eigentlich willkürlicher Akt, denn sie ist ja bedingt durch die objektive Lage des Gegenstandes, also durch etwas, was außer uns ist. Die Aufmerksamkeitsänderung ist die Bedingung der Blickbewegung, die mit einer Konvergenzänderung gleichbedeutend ist, also wird auch diese Konvergenzänderung „ohne unser Zutun", wie Hering sagt, ausgelöst. Für Hering stellt sich also der Tiefeneindruck im Hinblick auf Konvergenzänderungen wie folgt dar:

Größe und Lage eines Außendinges bedingt die Änderung der Aufmerksamkeit, diese ist ein Akt der Lokalisation, also ein Tiefeneindruck. Die Änderung der Aufmerksamkeit bedingt die Augenbewegung, die gleichbedeutend mit einer Konvergenzänderung ist. Die Konvergenzänderung ist also nach Hering überhaupt kein Mittel der Lokalisation, denn der Erlebende hat schon lokalisiert, wenn sie eintritt, sie ist zeitlich *nach* der Lokalisation. Der Tiefeneindruck ist also unabhängig von der Erscheinung der Konvergenz, weil er die Bedingung jeder Konvergenzänderung ist.

Damit ist der binoculare Tiefeneindruck aber auch unabhängig von dem Vorgang der Akkomodation, da ja dieser immer zusammen mit der Konvergenz, folglich also auch erst zeitlich *nach* dem Akt der Lokalisation auftritt.

Hering hat also in seinem Theorem den ganzen Sachverhalt umgekehrt dargestellt wie Helmholtz. Helmholtz argumentierte so: Ich konvergiere, dann habe ich ein Muskelgefühl, diese Empfindung habe ich deuten gelernt mit Bezug auf die Entfernung des Gegenstandes. Es liegt also: 1. der physiologische Vorgang der Konvergenz vor, 2. der psychische Akt der Empfindung der Konvergenz, 3. der psychische Akt der Deutung dieser Empfindung im Sinne der Tiefe.

Bei Hering ist die zeitliche Aufeinanderfolge der hier in Frage kommenden Momente geradezu die umgekehrte. Zuerst wird ein Gegenstand indirekt gesehen, es liegt also 1. ein physiologischer Vorgang vor, dieser löst 2. den psychischen Akt der Aufmerksamkeitsänderung aus, der gleichbedeutend mit einem Tiefeneindruck ist. Die Aufmerksamkeitsänderung ist die Bedingung der Blickbewegung, die 3. eine Konvergenzänderung bedeutet.

Die Erscheinung der Konvergenz soll also nach Herings Ansicht für den Tiefeneindruck bedeutungslos sein, weil sie zeitlich nach dem Tiefeneindruck eintritt. Dies Argument Herings ist aber nicht stichhaltig, denn es stützt sich auf eine falsche Voraussetzung, nach welcher die zeitliche Abfolge ein Prinzip für die Beziehungen zwischen Physischem und Psychischem bedeutet. Wäre die Beziehung zwischen der Erscheinung der Konvergenz und dem Tiefeneindruck derart, daß erst der Tiefeneindruck statthätte, und dann die Erscheinung der Konvergenz folgte, dann wäre ja dem physiologischen Vorgang der Konvergenz kein Akt zugeordnet, d. h. er wäre kein organischer Vorgang. Nimmt man aber an,

daß dem physiologischen Vorgang der Konvergenz ein psychisches Verhalten zugeordnet ist, nur nicht gerade der Akt des Tiefeneindrucks, denn dieser geht ja der Konvergenzänderung voran, dann handelt es sich in dieser Art der Beziehung zwischen physiologischem Vorgang und Tiefeneindruck gar nicht um eine zeitliche Abfolge. Denn es folgt nicht der physiologische Vorgang auf den Akt des Tiefeneindrucks, es folgt vielmehr ein physiologischer Vorgang zusammen mit einem Akt auf einen anderen Akt. Diese Art der Aufeinanderfolge ist aber nicht eine solche von Physischem und Psychischem, ist also nicht ein Prinzip des Zusammenhanges dieses beiden, sondern vielmehr eine Aufeinanderfolge von Akten, d. h. eine rein psychologische Frage. Also ist die zeitliche Abfolge wirklich kein Prinzip zwischen Physischem und Psychischem.

Wenn nun aber das Heringsche Argument nicht beweiskräftig ist, so könnte doch seine Behauptung zu Recht bestehen, nach welcher der physiologische Vorgang der Konvergenzänderung für den Akt des Tiefeneindrucks bedeutungslos ist. Wie steht es damit?

Wenn auf der Peripherie der Netzhaut querdisparate Stellen gereizt werden, dann wird Tiefe wahrgenommen, weil ein Eindruck mit Bezug auf Querdisparation vorliegt. (Vergleiche das vorige Tiefenzeichen.) Der physiologische Sachverhalt des exzentrisch liegenden Netzhautbildes ist der Reiz für eine reflektorische Bewegung der Augen (Konvergenzänderung). Während dieser Augenbewegung werden auch jeweils andere querdisparate Netzhautstellen gereizt. Die Augenbewegung selbst braucht dem Erlebenden nicht zum Bewußtsein zu kommen, dann muß er aber *während* der Bewegung die *Änderung* der Tiefeneindrücke erleben, oder es handelt sich überhaupt nicht mehr um das Problem „Augenbewegung und Sehen". Also muß er eine Beziehung herstellen zwischen dem, was er *jetzt* sieht und dem, was er *eben gesehen hat.* Das Nichtbewußtwerden der Augenbewegung (daher Reflexvorgang) bedeutet also ein Bewußtwerden der *mit Bezug auf die Augenbewegung* erlebten Änderung der Tiefeneindrücke. In diesem Erlebnis der *Veränderung* der Tiefeneindrücke liegt die Hinwendung auf den physiologischen Vorgang der Konvergenzänderung. Die Konvergenzänderung hat also sehr wohl „Einfluß" auf den Akt des Tiefeneindrucks, denn der Akt der Tiefenwahrnehmung ist dem physiologischen Vorgang der Konvergenzänderung „gemäß".

Die Blickbewegung (Konvergenzänderung) kann natürlich dem Erlebenden auch bewußt werden, er richtet dann eben seine Aufmerksamkeit auf seine Blickbewegung. Man kann dann von einer besonderen Art des Bewußtseins, nämlich vom „Muskelgefühl" reden, und davon spricht Helmholtz.

Es wäre nun die Frage zu stellen: Ist das Muskelgefühl von Bedeutung für den Tiefeneindruck und inwiefern?

Nach Helmholtz soll das Muskelgefühl dem Erlebenden wieder ein Zeichen für die Tiefe sein. Ist das möglich? Dieses

Muskelgefühl ist das Gefühl für den Grad der Konvergenz der *Gesichts*linien. Daher ist dieses Gefühl nur gleichzeitig mit dem Sehen möglich und an das Sehen gebunden. Es hat daher den Vorgang des Sehens zur Voraussetzung. Wenn also der Erlebende ein Gefühl für den Grad der Konvergenz seiner Gesichtslinien hat, so ist er auf eine ganz spezifische Leistung seines Auges gerichtet. In dieser Art auf ein Sinnesorgan gerichtet sein, heißt aber eine Empfindung haben und nicht ein „Gefühl", wie Helmholtz es nennt. Es handelt sich also in dem „Gefühl für den Grad der Konvergenz" um eine Empfindung und damit auch um eine Wahrnehmung. (Siehe S. 20.) Diese Wahrnehmung ist die erlebnismäßige Bestimmung des objektiv Vorliegenden diesem objektiven Sachverhalt *gemäß*. Was liegt objektiv vor im Falle einer bestimmten Konvergenz der Gesichtslinien? Der auf der fovea sich abbildende Außengegenstand befindet sich in einer bestimmten Entfernung vom Auge. Der Erlebende nimmt also einen Gegenstand in bestimmter Entfernung von sich wahr, d. h. er hat das Erlebnis einer absoluten Entfernung, also eine Tiefenwahrnehmung.

Welche Bedeutung hat also das „Muskelgefühl" für den Tiefeneindruck? Das Muskelgefühl ist kein Zeichen für das Erleben von Tiefe, wie Helmholtz meint; es verursacht oder bedingt auch den Tiefeneindruck nicht. Vielmehr gehören das Gefühl für den Grad der Konvergenz der Gesichtslinien und der Tiefeneindruck zu einander wie Empfindung und Wahrnehmung im Sinneseindruck zu einander gehören. Damit haben die Erwägungen auch über dieses letzte Tiefenmotiv ihren Abschluß gefunden.

Wie ist nach alledem die empiristische und nativistische Tiefentheorie zu beurteilen? Das nativistische Argument hat in gewisser Hinsicht seine Berechtigung. Es verknüpft den Tiefeneindruck mit den Leistungen des Bewußtseins von allem Anfang an. Freilich ist die Ausdrucksweise „von allem Anfang an" richtig zu definieren. Diese Verknüpfung von Bewußtsein und Tiefeneindruck ist ***nicht*** zeitlicher Art, wie die nativistische Theorie sie auffaßt, etwa so, daß das Bewußtsein von elementaren zu komplizierten Leistungen aufsteige, und so der Tiefeneindruck zu den elementaren Bewußtseinsakten gehöre, wie Hering meint, wenn er von dem Tiefeneindruck als „angeborenen und von allem Anfang an vorhandenen" spricht.

Auch die empiristische Theorie setzt Tiefeneindruck und Bewußtsein in eine zeitliche Beziehung zu einander. Der Tiefeneindruck wird für sie zu einer komplizierten Bewußtseinsleistung, die erst durch Übung und Gewohnheit erlernt werden muß. (Helmholtz.) „Von allem Anfang an" darf nicht eine Zeitcharakteristik bedeuten, durch welche der erstmalige Eintritt des Tiefeneindrucks gekennzeichnet werden soll; denn damit wäre die Forderung erhoben, daß das Bewußtsein sich zeitlich entwickle, daß es sich von elementaren Leistungen zu komplizierteren allmählich erhöbe, d. h. es

müßte danach einen Zeitpunkt geben, an dem überhaupt noch kein Bewußtsein da wäre, das Bewußtsein müßte sich aus dem Nichts, zum mindesten aber aus etwas Nichtpsychischem entwickeln. Damit wäre das Psychische als naturhafte Existenz charakterisiert, während es die Seinsbestimmtheit gegenständlicher Gültigkeit überhaupt nach einer Richtung hin zum Ausdruck bringt: Subjektivität in ihrer Besonderheit ist im Zusammenhang und nur im Zusammenhange mit dem Prinzip der allgemeinen Gültigkeit zu bewältigen. Erst unter solchem Gesichtspunkt wird ihre Beziehung auch zur Existenz des Naturgegenstandes Problem. Niemals aber ist das Psychische mit dem Naturhaften zu identifizieren, eben darum ist die Frage der Entwicklung des Psychischen kein entscheidender Betrachtungspunkt.

Sofern also die nativistische Theorie den Tiefeneindruck, d. h. eine bestimmte Leistung des Bewußtseins, durch Hinweis auf organische Verhältnisse begründet (siehe S. 41), ist sie falsch. Wohl aber besteht eine korrelative Beziehung zwischen Akt und physiologischem Vorgang. Welcher Art ist diese Beziehung? Bei Behandlung des Tiefenmotivs Querdisparation ist sie geklärt: Eine Reizreihe ist nur möglich mit Bezug auf ein bestimmtes Verhalten, oder der Begriff des Reizes fällt, und jedes wahrnehmende Verhalten verweist auf besondere Reizverhältnisse. Daraus folgt das Erfassen der Tiefe als eine notwendige, begriffliche Voraussetzung, nicht aber als ein empirischer Vorgang, wie es sowohl im nativistischen als auch im empiristischen Argument beschrieben wird.

Bewußtsein und Tiefeneindruck gehören also auf Grund sachlicher Motive „von allem Anfang an" (d. h. *der Sache nach* ursprünglich) zusammen, denn sie sind beide notwendig mit dem Begriff des Organismus gesetzt.

Daher ist aber auch das empiristische Argument falsch, sofern in den Motiven „Übung und Gewohnheit" dem Irrtum Vorschub geleistet wird, als gäbe es Dingerlebnisse, deren Gegenstände *noch nicht* im Sinne der Tiefe erfaßt würden. Der Begriff des Dingerlebnisses setzt den Begriff des Tiefenerlebnisses voraus. Das Erleben von Dingen genügt auf *besondere* Weise der oben angedeuteten Bedingung des Zusammenhangs von Subjektivität und Objektivität. In „besonderer" Weise, insofern als der psychische Akt hier im Anschluß an die Objektivitätsfunktion des Raumes zur Darstellung gelangt. Diese Zusammenhänge verkennt man, wenn man den Tiefeneindruck durch den Hinweis auf Übung und Gewöhnung begreiflich machen will. Der Tiefeneindruck, also das Dingerlebnis, unterhält eine *ursprüngliche* Beziehung zum Raum; in diesem Sinne wird das Motiv: „Übung und Gewohnheit" überflüssig.

Richtig jedoch ist das empiristische Argument, sofern es das Schwergewicht für das Verständnis des Tiefenerlebnisses in die Leistung der psychischen Akte verlegt und nicht in den physiologischen

Vorgang (nativistische Theorie), wenngleich eine Beziehung zu jenen Vorgängen statthat und stets eindeutig definiert werden muß.

---

# Literatur.

*H. v. Helmholtz:* Handbuch der physiologischen Optik. 2. Auflage. 1896.

*H. v. Helmholtz:* Vorträge und Reden. 5. Auflage. 1903.

*E. Hering:* Die Gesetze der binocularen Tiefenwahrnehmung. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1865.

*L. Hermann:* Handbuch der Physiologie. 1879.

*C. Stumpf:* Über den psychologischen Ursprung der Raumvorstellung. 1873.

# Lebenslauf.

Ich, Susanne Stadie, bin am 23. Oktober 1900 als Tochter des Betriebsdirektors Hugo Stadie in Oppeln geboren. Ich bin evangelisch und preußische Staatsangehörige. Im April des Jahres 1903 zogen meine Eltern nach Breslau. Daselbst erhielt ich Ostern 1921 an der Studienanstalt der Augustaschule das Zeugnis der Reife. Ich studierte vom Mai 1921 bis Mai 1927 an der Schlesischen Friedrich-Wilhelm-Universität zu Breslau. Meine akademischen Lehrer waren die Herren Dozenten: Dr. Löwi, Prof. Dr. Hönigswald, Prof. Dr. Baur, Geh.-Rat Prof. Dr. Knefer, Geh.-Rat Prof. Dr. Pax. Ihnen allen spreche ich meinen herzlichsten Dank aus.